

Aus der Abteilung für
Viszeral- und Thoraxchirurgie des HELIOS Amper-Klinikums Dachau
Akademisches Lehrkrankenhaus der Ludwig-Maximilians-Universität München
Chefarzt: Prof. Dr. med. Horst-Günter Rau

**Retrospektive und Prospektive Analyse der Supervision
bei der laparoskopischen Cholezystektomie im
HELIOS Amper-Klinikum Dachau**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Claudia Schwepcke

aus

München

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Horst-Günter Rau

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Thomas P. Hüttl
Prof. Dr. W. Konrad Karlz

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Igor Yakubov

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 31.01.2019

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Zielsetzung	3
1.2 Grundlagen	3
1.2.1 Anatomie	3
1.2.2 Cholelithiasis (Gallensteinleiden)	7
1.2.2.1 Epidemiologie/ Ätiologie	7
1.2.2.2 Entstehungsmechanismus	7
1.2.2.3 Diagnostik	8
1.2.2.4 Komplikationen	10
1.2.2.5 Akute Cholezystitis	11
1.2.2.6 Chronische Cholezystitis	12
1.2.3 Therapien der Gallenwegserkrankungen	12
1.2.3.1 Konservative Therapie	12
1.2.3.2 Medikamentöse Therapie (Cholelitholyse)	13
1.2.3.3 Operative Therapie (Cholezystektomie)	13
1.2.3.3.1 Risiken von Gallengangsverletzungen im Rahmen der Cholezystektomie	14
1.2.3.3.2 Klassifikation der Gallengangsverletzungen	15
1.2.4 Cholezystektomie	17
1.2.4.1 Konventionelle offene Cholezystektomie	17
1.2.4.2 Klassische Laparoskopische Cholezystektomie	19
1.2.5 Neuere Operationstechniken	22
1.2.5.1 Hybrid-NOTES	23
1.2.5.2 Kombinierte Suprapubisch-Umbilikale Cholezystektomie	23
1.2.5.3 Single-Incision-Techniken	23
1.2.6 Methoden zur Risikoreduktion von Gallengangsverletzungen	24

1.2.6.1 Regelmäßiges Training durch Simulationen	25
1.2.6.2 Intraoperative Cholangiographie	25
1.2.6.3 Injektion von Indocyanine Green	26
1.2.6.4 Supervision	27
1.2.7 Die Laparoskopische Cholezystektomie mit Supervision im Klinikum Dachau	28
1.3 Hypothese	30
1.4 Prospektive Studienüberlegung	35
2. Methodik	31
2.1 Retrospektive Analyse	31
2.1.1 Patientengut	31
2.1.2 Methodisches Vorgehen	32
2.1.3 Datenanalyse	33
2.2 Prospektive Analyse	34
2.2.1 Patientengut	34
2.2.2 Methodisches Vorgehen	34
2.2.3 Datenanalyse	35
3. Ergebnisse	36
3.1 Retrospektive Analyse	36
3.1.1 Voranalysen	36
3.1.1.1 Durchschnittsalter	37
3.1.1.2 Geschlechterverteilung	38
3.1.1.3 Diagnose	39
3.1.1.4 Body-Mass-Index	40
3.1.1.5 Zusätzliche Perioperative Untersuchungen	41
3.1.2 Hauptanalyse	42
3.1.3 Zusätzliche Analysen	43
3.1.3.1 Intraoperative Konversion	43

3.1.3.2 Revision.....	44
3.1.3.3 Aufenthaltsdauer in Tagen	45
3.1.3.4 Laborwerte.....	46
3.1.3.5 Operationsdauer.....	48
3.1.3.6 Minor-Komplikationen.....	49
3.2 Prospektive Analyse	49
3.2.1 Länge Ductus cysticus.....	50
3.2.2 Breite Ductus cysticus	51
3.2.3 Länge Arteria cystica	51
3.2.4 Breite Arteria cystica.....	52
4. Diskussion	54
4.1 Retrospektiver Studienteil	55
4.1.1 Operationsdauer	58
4.1.2 Auftreten von Minor-Komplikationen	60
4.1.3 Auftreten von Major-Komplikationen.....	63
4.2 Prospektiver Studienteil	65
4.2.1 Ductus cysticus.....	65
4.2.2 Arteria cystica	66
5. Schlussfolgerung, Limitationen der Studie und Perspektiven	69
Literaturverzeichnis	73
Abbildungsverzeichnis	80
Tabellenverzeichnis	81
Danksagung	82
Eidesstattliche Versicherung	83

1. Einleitung

Die Resektion der Gallenblase wurde 1880 zum ersten Mal durch Carl Langenbuch durchgeführt [51]. Dieser konstatierte, dass die Gallenblase nicht nur dann entfernt werden sollte, wenn sie Steine enthält, sondern auch, weil sie den Ort der Entstehung für Gallensteine darstellt. Die durch Langenbuch durchgeführte Cholezystektomie wurde damals in der offenen, heute auch konventionell genannten, Technik ausgeführt. Heutzutage ist jedoch eine offene Gallenblasenresektion die Seltenheit geworden. Seit 1985 ist die durch Erich Mühe eingeführte laparoskopische Cholezystektomie das etablierte Standard-Operationsverfahren, das sehr häufig und mit großer Sicherheit durchgeführt wird.

Anfangs stand man der laparoskopischen Operationsart sehr kritisch gegenüber, da man vermutete, dass eine höhere Komplikationsrate als bei der konventionellen, offenen Technik eintreten werde. Dies bestätigte sich zwar vor allem in den 90er und in den frühen 2000er Jahren [20, 28, 57, 64]. Dennoch zeigte sich nach einigen Jahren, dass die Wahrscheinlichkeit für Komplikationen durch die wachsende Erfahrung mit dem Umgang mit den laparoskopischen Geräten sank [72, 80]. Heute unterscheidet sich die Inzidenz von Komplikationen bei laparoskopischen Cholezystektomien nicht mehr von der Inzidenz bei der konventionellen Gallenblasenresektion [19].

Falls es jedoch zu einer Major-Komplikation kommt, was bei der laparoskopischen Cholezystektomie nur in etwa der Hälfte der Fälle tatsächlich intraoperativ erkannt wird [79], sind die Folgen oft sehr schwerwiegend und mit zusätzlichen Operationen und einem stark verlängerten Krankenhausaufenthalt verbunden. Eine Verletzung der Gallengänge oder die Unterbrechung der Arteria hepatica dextra kann im Extremfall in einer Leberteileresektion oder einer biliodigestiven Anastomose bis zur Lebertransplantation enden [21, 28]. Außerdem kann es zu schwerwiegenden Spätfolgen wie einer Leberzirrhose oder auch Stenosen des Ductus choledochus kommen [10]. Damit sind die Komplikationen bei Cholezystektomien zwar sehr selten, sie können aber verheerende Folgen haben. Dies wurde unter anderem in der belgischen Studie von Gigot et al. festgestellt, da die Patienten meist jahrelange Nachuntersuchungen ertragen müssen [20, 28].

Um solche Komplikationen zu verhindern wurden verschiedene Techniken erprobt, die eine vermeidbare Verletzung relevanter Strukturen verhindern sollen. Die meisten dieser Techniken sind jedoch sehr zeit- und kostenaufwendig und invasiv. Außerdem benötigen einige auch zusätzliche Apparaturen [16].

Es wird immer wieder hervorgehoben, dass das größte Potential einer Verletzung in der Verwechslung relevanter Strukturen liegt. Diese Verwechslungen kommen vor allem durch die insuffiziente Präparation des Calot'schen Dreiecks mit zusätzlichem mangelndem Wissen um die große anatomische Variation der extrahepatischen Gallengänge und der arteriellen Versorgung der Gallenblase und der Leber zustande [78, 93].

Die eindeutige Identifikation des Calot-Dreiecks und der Gallengänge und Arterien ist aber die Voraussetzung einer erfolgreichen, komplikationsfreien Cholezystektomie [20, 66]. Budniak konstatiert mehrfach in ihrer Dissertation, dass das größte Risiko für eben solche Verwechslungen in einer fehlerhaften Visualisation des Operationsfeldes liegt und dass dies am ehesten durch das Hinzukommen eines weiteren Operateurs verhindert werden kann [16].

Vor diesem Hintergrund ist nun im HELIOS Amper-Klinikum in Dachau erstmals routinemäßige Zusatzkontrolle eingeführt worden. Ein von der Operation unabhängiger viszeralkirurgischer Facharzt wird in dem Moment hinzugerufen, in dem die zu kappenden Strukturen als sicher identifiziert gelten. Hieraufhin entscheidet der hinzugerufene Chirurg, ob das Calot-Dreieck gut genug freipräpariert worden ist und ob die durchzuschneidenden Gänge und Gefäße als die richtigen identifiziert worden sind. Dadurch ist eine gewisse Überwachung während der Cholezystektomie gewährleistet, was die Patientensicherheit erhöhen und das Risiko von Komplikationen senken soll. Diese neu eingeführte Technik der intraoperativen Kontrolle wird im HELIOS Amper-Klinikum Dachau „Supervision“ genannt.

Hierbei orientiert man sich an Monitoringprozessen, die aus der Luftfahrt bekannt sind, in der Medizin gibt es aber bis jetzt nicht allzu viele standardisierte Supervisions-Verfahren. Im normalen Klinikbetrieb, insbesondere im Operations-Saal, werden deswegen seit einigen Jahren neue Checklisten für perioperative Abläufe eingeführt. Es wird zum Beispiel vor dem Beginn einer Operation noch einmal gemeinsam von Anästhesisten und Chirurgen kontrolliert, ob die korrekten Vorkehrungen für den anwesenden Patienten getroffen worden sind und ob alle behandelnden Ärzte auf dem gleichen Wissensstand in Bezug auf den Patienten sind.

Trotzdem gibt es bis dato intraoperativ, also nachdem die Operation begonnen hat, kaum Unterbrechungen, um zu reflektieren, ob noch die richtige Herangehensweise vorhanden ist. Falls es eine Unterbrechung gibt, ist diese meist ungeplant, jedoch nie standardisiert für jede Operation. Dadurch ist die Einführung einer standardisierten intraoperativen Supervision, die bei jeder Cholezystektomie durchgeführt wird, eine absolute Neuheit.

1.1 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist nun einerseits, retrospektiv zu überprüfen, ob das Supervisions-System im HELIOS Amper-Klinikum zu einer Reduktion des Risikos einer Major-Komplikation geführt hat. Die zweite Fragestellung, die in dieser Studie überprüft werden soll, ist, ob es eine Möglichkeit gibt, einen Mindest-Präparationsabstand zu finden, bei dem die Vermeidung von Komplikationen als ebenso sicher gilt wie bei der „persönlichen“, durch einen Menschen durchgeführten Supervision. Mit dem Begriff Mindest-Präparationsabstand soll eine Maßeinheit für den Präparationsgrad festgelegt werden, bei der eine Major-Komplikation sicher vermieden werden kann. Um dies festzustellen wurden intraoperativ zu dem Zeitpunkt der Freigabe des Clipmanövers durch den Supervisor Fotos vom Operationsgebiet angefertigt. In diesen Fotos wurden nun die Längen und Breiten des Ductus cysticus und der Arteria cystica ausgemessen und es wurde überprüft, ob eine gewisse Übereinstimmung in der Länge und Breite der Strukturen vorhanden ist.

1.2 Grundlagen

Im Folgenden soll ein Überblick über die anatomische Systematik von Gallenblase und Gallengängen, sowie der arteriellen Versorgung gegeben werden. Außerdem werden in den Grundlagen noch das Gallensteinleiden und die therapeutischen Behandlungsoptionen ebendieser näher behandelt.

1.2.1 Anatomie

Die Gallenblase ist ein birnenförmiges Hohlorgan, welches der Speicherung der Gallensäuren dient. Sie hat ein Fassvermögen von ca. 50 ml, ist ungefähr 8-12 cm lang und ist bindegewebig an der Unterseite der Leber mit ihr verwachsen [35, 54]. Die Vesica Fellea besteht aus Fundus, Korpus (beide sind an der freien Oberfläche komplett mit Peritoneum überzogen), Kollum und Infundibulum [62].

Letzteres geht in den Ductus cysticus über, der wenige Zentimeter lang ist und in einen Pars spiralis und einen Pars glabra aufgeteilt ist. Im Pars spiralis befindet sich die sogenannte „Spiralklappe“, welche aus spiralig angeordneten Schleimhautduplikaturen besteht, die im Gesamten auch Valvula Heisteri genannt werden und die im physiologischen Zustand die Füllung und Leerung der Gallenblase kontrollieren [35, 62]. Die Pars glabra verbindet sich im weiteren Verlauf mit dem aus den beiden Lebergängen bestehenden Ductus hepaticus communis und bildet den Ductus choledochus. Dieser führt hinter dem

Duodenum, durch den Pankreaskopf nach kaudal und mündet am Ende zumeist mit dem Pankreasgang an der Papilla duodeni major ins Duodenum. Hierbei wird die Gallensäuren-Sekretion in den Darm durch den Sphincter Oddi kontrolliert, welcher ein kurzstreckiger Komplex aus glatten Muskeln ist [7, 44, 62].

Die Gallenblase wird arteriell durch die Arteria cystica, zumeist ein Ast der Arteria hepatica dextra, versorgt und wird vor allem durch den Plexus hepaticus anterior innerviert [54].

Eine nicht nur für Chirurgen wichtige topographische Orientierungsmarke ist das Calot'sche Dreieck. Dieses wird einerseits durch den Ductus cysticus, andererseits durch den Ductus hepaticus dexter und den Ductus hepaticus communis, sowie durch den hinteren unteren Leberrand begrenzt [44].

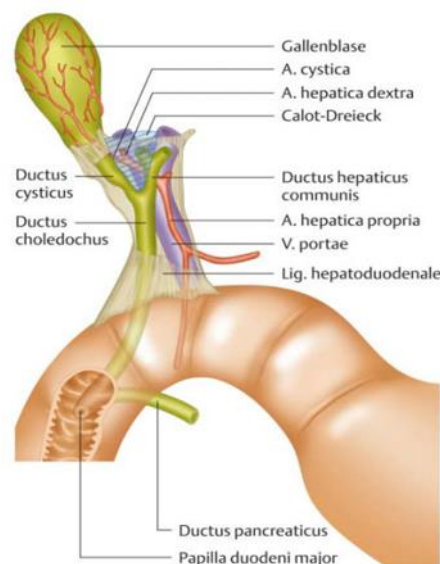


Abb. 1: Calot'sches Dreieck[44]

Entscheidend für jede Art einer chirurgischen Intervention ist das Wissen um die große Variationsvielfalt, die vor allem bei den extrahepatischen Gallengängen und beim Abgang des Ductus cysticus, sowie bei der arteriellen Versorgung besteht [27, 44, 93, 94]. Durch diese kann es, falls ein akzessorischer Gang oder eine Arterie übersehen werden, zu Blutungen oder auch Gallenlecks intra- oder postoperativ kommen. In einer Studie von Pisanu et al. wurde festgestellt, dass es bei etwa einem von hundert Patienten zu einer postoperativen galligen Leckage aufgrund einer intraoperativ nicht auffällig gewordenen Verletzung eines akzessorischen Gallenganges kommt [71].

Aufgrund der großen Variabilität der Gallengänge wurde dementsprechend versucht, eine einheitliche Einteilung für ebendiese festzulegen. In nur weniger als 50 % der Fälle findet

sich die absolute Normvariante beim Patienten, mit 25 % am zweithäufigsten ist der langstreckige gemeinsame Verlauf des Ductus cysticus mit dem Ductus choledochus vor der Einmündung in die Gallenblase [65]. Weitere, recht häufige Varianten sind der medial vom Ductus choledochus gelegene oder auch abnorm kaudal mündende Ductus cysticus. Darüber hinaus kann es zu vielen nochmals vollkommen anderen Lagen des Ductus cysticus kommen, welche nicht immer dokumentiert werden. Hier eine Veranschaulichung von einigen dokumentierten Varianten des Ductus cysticus [65]:

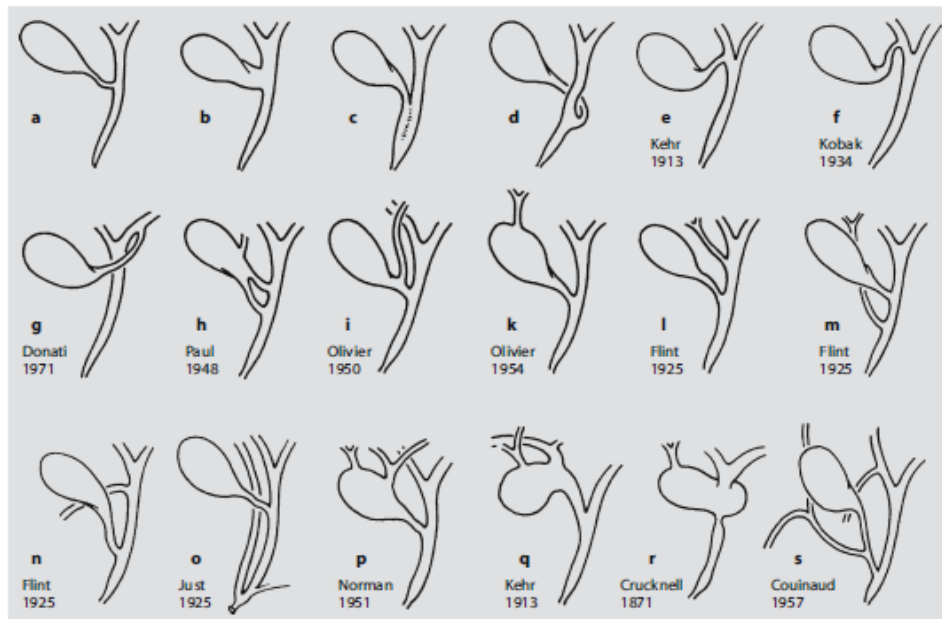


Abb. 2: Variationen des Ductus cysticus [65]

Wie entscheidend das Wissen um die Vielfältigkeit der akzessorischen Gallengänge und Arterien ist, wird außerdem in zwei Studien von Baliya et al. hervorgehoben. In der ersten Studie beschäftigt sich die Forschungsgruppe mit der Häufigkeit des Vorkommens von akzessorischen Gallengängen [5], während sie sich in einer zweiten Studie um eine Nomenklatur für die akzessorischen arteriellen Gefäße der Arteria cystica bemühen. Sie stellen fest, dass man die Lage der Arteria cystica als erstes grundsätzlich danach unterscheiden muss, ob die Arterie durch das Calot'sche Dreieck zieht oder sich außerhalb des Dreiecks befindet und man sie deshalb während der Präparation üblicherweise nicht auffindet.

Falls sie sich im Calot-Dreieck befindet, kann die Arterie entweder in eine normale, vordere, hintere, doppelte oder kurze Arteria cystica eingeteilt werden [4]:

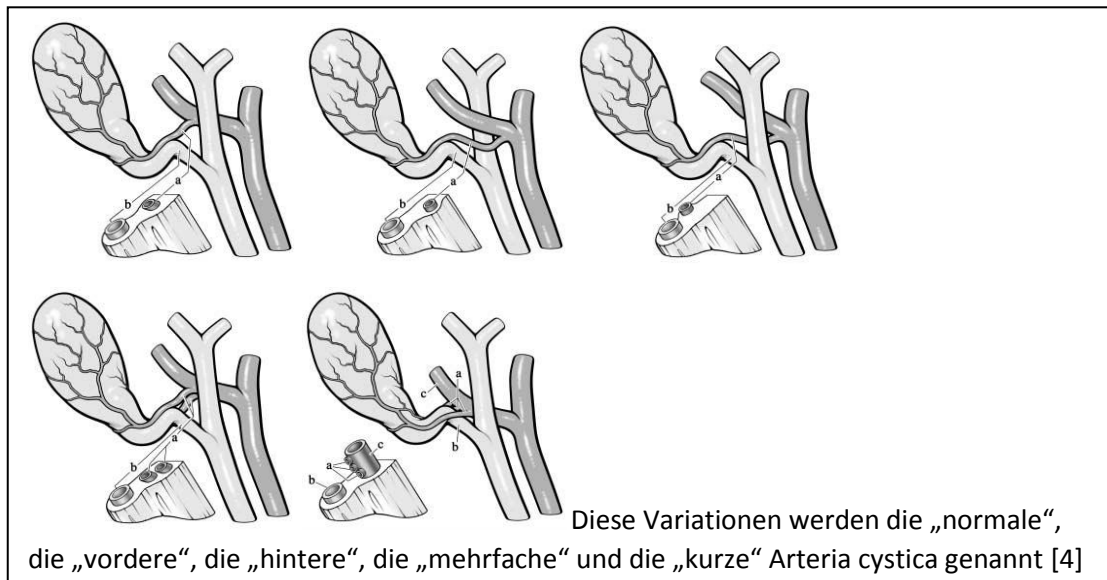


Abb. 3: Variationen der Arteria Cystica [4]

Wenn die Arterie jedoch nicht durch das Dreieck zieht, kann man sie entweder in eine oberflächliche (auch „low-lying“), transhepatische oder auch rekurrente Arteria cystica einteilen:

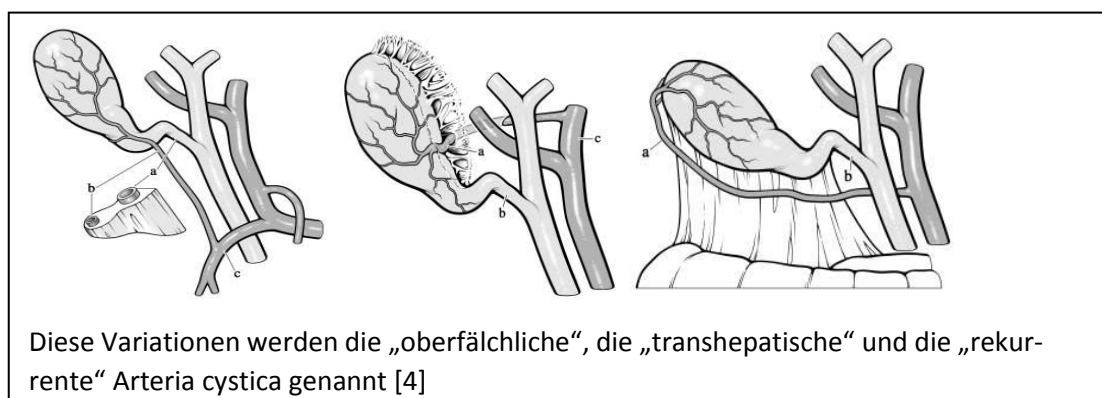


Abb. 4: Variationen der Arteria cystica 2 [4]

Liegt nun noch eine Entzündung der Gallenblase vor, können zusätzliche Gallengänge im Bindegewebe zur Leber und starke Verwachsungen oder auch Vernarbungen des peritonealen Überzugs entstehen, wodurch die Operationssituation noch weiter erschwert wird [44].

1.2.2 Cholelithiasis (Gallensteinleiden)

Cholelithiasis ist die lateinische Bezeichnung für das Gallensteinleiden. Im folgenden Kapitel wird unter anderem auf die Entstehung, die Diagnostik und die Behandlung etwaiger Komplikationen des Gallensteinleidens eingegangen.

1.2.2.1 Epidemiologie/ Ätiologie

Gallensteine sind Konkreme im biliären System, die dort die häufigste Ursache für Beschwerden oder Erkrankungen darstellen. Grundsätzlich kann bei der Cholelithiasis zwischen einer symptomatischen oder einer asymptomatischen Form differenziert werden. Die symptomatische Cholelithiasis kann weiterhin in ein kompliziertes oder unkompliziertes Steinleiden unterteilt werden. So wird geschätzt, dass ca. jeder 10. Deutsche ein Steinträger ist, jedoch leidet nur ein Drittel von ihnen unter der klassischen Symptomatik. Es wird sogar vermutet, dass ca. jede 3. Frau eine Steinträgerin ist [44].

Als prädisponierend für ein Gallensteinleiden werden die „6 Fs“ genannt: Fat, Female, Fair, Forty, Fecund und Family [7, 35, 44, 62]. Demnach sind übergewichtige kaukasische Frauen, die über 40 Jahre alt sind, die häufigsten Steinleidenden. Aber auch andere Faktoren scheinen zum Auftreten von Gallensteinen beizutragen, wie zum Beispiel genetische Prädisposition, Diabetes mellitus, Hyperlipidämie, eine rasche Gewichtsabnahme oder auch die Einnahme von bestimmten Medikamenten, wie beispielsweise Somatostatin [7, 62].

Zumeist werden Gallensteine als Zufallsbefund bei einer Oberbauchsonographie festgestellt, was aber meistens keine weiteren Konsequenzen nach sich zieht. Die entscheidenden Merkmale für den weiteren Verlauf aber sind, ob es sich um eine symptomatische oder asymptomatische Cholelithiasis handelt und ob die Größe der vorhandenen Steine drei Zentimeter überschreitet [44]. Nach der Einschätzung der letzten Leitlinie ist nämlich bei einer Größe von mehr als drei Zentimetern das Risiko einer bösartigen Entartung um das Zehnfache erhöht [50].

1.2.2.2 Entstehungsmechanismus

Der Entstehungsmechanismus der Gallensteine ist bis heute nicht vollends geklärt. Man vermutet, dass es zu einer Erhöhung der schlecht löslichen Bestandteile des Gallensekrets kommt, die dadurch ausfallen und Steine bilden können. Außerdem werden noch eine

Übersättigung durch Cholesterin, vermehrte Nukleation und eine Hypomobilität und konsekutive Stase in der Gallenblase für die Entstehung von Gallensteinen verantwortlich gemacht.

Mit ca. 80 % kommen gemischte Cholesterinsteine am häufigsten vor [35, 44]. Ansonsten gibt es noch die Pigmentsteine, die in schwarze oder braune unterschieden werden. Schwarze Pigmentsteine entstehen durch eine Hypersekretion von Bilirubin-Konjugaten wie zum Beispiel bei einer Hämolyse, während Braune vor allem bei einer Stase und oft auch bei Entzündungen in der Gallenblase entstehen [7, 35].

1.2.2.3 Diagnostik

Um zur Diagnose des symptomatischen Gallensteinleidens zu gelangen, genügen meist die typische Anamnese, eine klinische Untersuchung des Patienten und eine Oberbauch-Sonographie. Außerdem können noch Laboruntersuchungen und weitere apparative Hilfsmittel hinzugezogen werden, um die Diagnose zu sichern.

Die Anamnese bringt in den meisten Fällen periodische Oberbauchbeschwerden mit einem kolikartigen Charakter und einer Ausstrahlung in den Rücken und auch in die rechte Schulter nach dem Genuss von Reizstoffen wie beispielsweise fettreicher Nahrungsmittel oder Kaffee zu Tage [44, 54].

In der klinischen Untersuchung kann nun der Verdacht auf eine Cholelithiasis erhärtet werden. Hierbei kann bei einer akuten Cholezystitis, nebst einer lokalen Abwehrspannung im rechten Oberbauch, vor allem das Murphy-Zeichen ausgelöst werden. Dieses wird durch Palpation am Unterrand der Leber bei gleichzeitiger Inspiration des Patienten als positiv gewertet, wenn es zu einem schmerzbedingten Inspirationsstopp kommt [44, 62].

Ein weiteres bei der klinischen Untersuchung vorkommendes Zeichen, welches aber eher für einen chronischen Gallestau spricht, wird als Courvoisier-Zeichen bezeichnet. Dieses zeichnet sich durch eine schmerzlos tastbare, prall gefüllte Gallenblase unterhalb des Rippenbogens aus. Wie schon erwähnt, spricht dieses Zeichen aber eher gegen ein akutes Geschehen oder sogar leider häufiger noch für einen malignen Ursprung, der meist am Pankreaskopf oder an den extrahepatischen Gallengängen von statten geht [54].

Durch diese ersten Informationen kann der Verdacht auf eine Erkrankung der Gallenwege gebracht, aber nicht bestätigt werden. Selbst mit Hilfe der Laborwerte kann die Diagnose selten ohne apparative Maßnahmen sichergestellt werden.

Um sich nun auf die Diagnose einer Gallenwegserkrankung festzulegen ist die Sonographie die Methode erster Wahl, bei der Steine schon ab einer Größe von 3 mm ohne Strahlenbelastung festgestellt werden können [35]. Hierbei können nicht nur die Steine selbst beurteilt, sondern auch nach anderen Pathologien wie beispielsweise Polypen oder auch nach Entzündungszeichen wie einem Wandödem oder Anzeichen eines Gallenstaus gesucht werden. Der Nachweis einer intrahepatischen Stauung oder die Messung eines außergewöhnlichen Durchmessers des Ductus choledochus können zum Beispiel Anzeichen für eine Entzündung sein [25, 44].

Die Sonographie ist durch die Verfügbarkeit und einfache Nutzung das diagnostische Mittel, das am häufigsten gerade in der Notaufnahme eingesetzt wird. Mit einer Sensitivität von 84-96 % und einer etwas geringeren Spezifität von 78-97 % ist es zudem eine extrem zuverlässige Methode zur Detektion von Gallensteinen [25, 50, 75, 77].

Diese guten Sensitivitäts- und Spezifitätsergebnisse werden nicht nur von Radiologen, sondern auch von den Ärzten in der Notaufnahme erreicht, was deutlich zeigt, dass die Sonographie ein Verfahren ist, das schnell durchgeführt und sicher angeeignet werden kann [25, 47]. Durch diese Zuverlässigkeit der Sonographie wurden andere Verfahren des Steinnachweises nach und nach verdrängt, wie zum Beispiel das Röntgen, bei dem nur kalkhaltige Steine nachgewiesen werden konnten [62], oder die indirekte Cholangiographie, bei denen es jeweils zu einer zusätzlichen Strahlenbelastung kommt, ohne dass man bessere Ergebnisse bekommt als mit der Sonographie [35, 44, 59].

Wenn in der Sonographie die Cholelithiasis nicht bewiesen werden kann oder der Verdacht primär auf einer Choledocholithiasis mit Verschlussikterus liegt, kann eine direkte Cholangiographie, wie zum Beispiel eine ERCP (Endoskopisch-Retrograde Cholangiopankreatikographie) angewendet werden. Der Vorteil einer ERCP ist, dass Interventionen wie Biopsieentnahmen oder auch Steinentfernungen mit Hilfe eines Dormia-Körbchens möglich sind und durch die Einführung eines Baby-Endoskops der direkte Blick in den Ductus cysticus möglich ist [35, 44]. Die ERCP ist dadurch nicht nur aus dem Grund der Interventionsmöglichkeit eine gute Alternative zur Sonographie, sondern auch, da sie ebenso eine sehr hohe Sensitivität von ungefähr 84 % und eine noch bessere Spezifität von ca. 99% besitzt [31, 40, 74]. Allerdings muss eine Kurznarkose durchgeführt werden und es kommt es zu einer zusätzlichen Strahlenbelastung für den Patienten. Außerdem kann es nach einem ERCP zu einer Post-ERCP-Pankreatitis kommen, die vor allem nach Detektionen von Steinen im Gallengangssystem vorkommt [35].

Falls eine ERCP nicht möglich ist, kann die Durchführung einer PTC (Percutane Transhepatische Cholangiographie) als weitere Option einer direkten Cholangiographie herangezogen werden, wobei hier das Kontrastmittel über eine direkte Punktion der Canaliculi der Leber zugeführt wird und dann ausgewertet wird. Dieses Verfahren wird jedoch nur noch angewandt, wenn eine ERCP absolut nicht mehr möglich ist [35, 44]. Die PTC kann auch eine weitere Möglichkeit darstellen, bei Patienten, die zu morbid für eine Operation sind, die klinischen Beschwerden zu lindern, da hier durch die Einlage eines Stents in den Gallengang der Gallenfluss wieder ermöglicht werden kann [3, 14].

Als neuestes diagnostisches Mittel steht das MRCP (Magnetresonanztomographie-pankreatikographie) zur Verfügung, welches nicht invasiv ist und über die Bildgebung eines MRTs ohne zusätzliche Strahlenbelastung eine ähnliche diagnostische Sicherheit wie ein ERCP, jedoch keine Möglichkeit einer Intervention bietet. Für ein MRCP muss jedoch ein MRT-Gerät im Krankenhaus vorhanden sein, was nicht überall gegeben ist [35, 44, 54]. Die Sensitivität eines MRCP liegt bei etwa 82 %, während die Spezifität bei ungefähr 75 % rankt [6, 18, 53]. Es wurde dennoch schon festgestellt, dass der Einsatz eines MRCP dem eines ERCPs vorzuziehen sein könnte, da hier das Risiko für Komplikationen geringer ist und die nachfolgenden Kosten reduziert werden [61].

1.2.2.4 Komplikationen

Je nach Lage der Steine, kann es nun zu verschiedenen Beschwerden oder Krankheitsbildern kommen. Wie schon erwähnt, sind über 60 % der Steinträger asymptomatisch und haben auch nur eine geringe Wahrscheinlichkeit für Komplikationen [7, 62]. Auslöser von Steinwanderungen können die typischen oben erwähnten Reizmittel sein, die zu einer Kontraktion der Gallenblasenmuskulatur führen.

Falls ein Stein nun zum Beispiel den Ductus cysticus verlegt, kann es zu einer Entzündung der Gallenblase kommen oder auch zu einem Gallenblasenhydrops. Falls sich letzterer entzündet, kann es zu einem Gallenblasenempyem kommen, welches mit der großen Gefahr einer Perforation und einer Sepsis einhergeht. Diese drei Zustände bedürfen in der Regel einer dringlichen bis sofortigen chirurgischen Intervention [54].

Bei einer Verlegung des Ductus choledochus kommt es im Krankheitsverlauf zu einem Ikterus, welcher durch den andauernden Gallestau ausgelöst wird. Im Ernstfall kann ein Verschluss des Ductus choledochus zu einer Cholangitis, einer Entzündung des Gallenganges, oder auch einer Cholezystitis kommen.

Außerdem kann durch eine Cholelithiasis oder auch Cholezystolithiasis eine chronische Entzündung der Gallenblase hervorgerufen werden, welche mal mit starken kolikartigen Beschwerden oder auch mit langen beschwerdefreien Intervallen einhergehen kann [44].

Ein anderes durch eine Steinerkrankung ausgelöstes Krankheitsbild mit konsekutiver Cholezystektomie ist die Pankreatitis. Hierbei ist eine Verlegung des Gallenganges an der Papilla duodeni major für die Entstehung der Beschwerden verantwortlich. Dort mündet nämlich auch der Pankreasgang in das Duodenum und durch die gleichzeitige Verstopfung ebendieses Pankreasganges kommt es zu einer konsekutiven Entzündung der Bauchspeicheldrüse. Da einem Rezidiv vorgebeugt werden soll und die Gallenblase den Hauptentstehungsort für Gallensteine darstellt, wird meist nach klinischer Besserung des Patienten und nach einem beschwerdefreien Intervall von ca. zwei bis drei Wochen eine Cholezystektomie angestrebt [54].

Im Folgenden wird noch einmal näher auf die akute und chronische Entzündung der Gallenblase eingegangen.

1.2.2.5 Akute Cholezystitis

Eine akute Cholezystitis ist eine Entzündung der Gallenblasenwand in Kombination mit oder auch ohne dem gleichzeitigen Vorhandensein eines Gallenblasenhydrops. In über 90% der Fälle ist eine Cholezystitis mit einem Steinleiden assoziiert, sie kann aber auch in seltenen Fällen ischämisch oder auch parasitär bedingt sein.

Unter einer Cholezystitis leidende Patienten beklagen über eine lange Zeit, meist über Stunden bis Tage andauernde oft wechselnd dumpfe und kolikartige Schmerzen, welche nicht spontan nachlassen [62]. Bei der klinischen Untersuchung lässt sich oft das Murphy-Zeichen auslösen. Hierbei kommt es, wie bereits zuvor beschrieben bei Palpation der Gallenblase und gleichzeitigem forciertem Einatmen zu einem Inspirationsstopp [44].

Die Diagnose kann in 90 % der Fälle durch die Sonographie gesichert werden, wobei folgende Zeichen die aussagekräftigsten sind: Wenn sowohl eine Verdickung der Gallenblasenwand über fünf Millimeter, eine sichtbare 3-Schichtung und eine halbmondförmige Flüssigkeitsansammlung neben der Gallenblase feststellbar sind, ist die Diagnose einer akuten Cholezystitis zu stellen [44]. Während die Entzündungsparameter meist ansteigen, werden nur sehr selten Zeichen einer Cholestase beobachtet.

Die Therapie der ersten Wahl ist die baldige Cholezystektomie [41, 50, 73].

1.2.2.6 Chronische Cholezystitis

Eine chronische Cholezystitis entsteht meist aufgrund von rezidivierenden Entzündungen. Hier kann es, ähnlich wie beim Gallenblasenhydrops, zu narbigen Veränderungen der Gallenblasenwand kommen. Außerdem kann die Gallenblase funktionslos werden und zu einer Schrumpfgallenblase mutieren [35, 44].

Die Patienten leiden während der Schübe an den klassischen kolikartigen Beschwerden, im entzündungsfreien Intervall jedoch leiden sie meist nur an unspezifischen dyspeptischen Beschwerden mit einem leichten Druck auf dem rechten Oberbauch [35, 44].

Früher musste bei einer chronischen Cholezystitis vor einer Cholezystektomie genau ausgewertet werden, wie schwer der Leidensdruck der Patienten ist und ob das Risiko einer Operation den Nutzen übersteigt. Laut der letzten Leitlinie ist aber eine Entfernung der Gallenblasen auch schon bei der symptomatischen Cholezystolithiasis oder bei einer Porzellangallenblase sinnvoll, da sie meist schon funktionslos ist und sich das Risiko einer malignen Entartung erhöht [35, 50].

1.2.3 Therapien der Gallenwegserkrankungen

Es gibt viele therapeutische Herangehensweisen gegen die zuvor beschriebenen Komplikationen einer Cholelithiasis. Im Folgenden soll zunächst auf die konservative und die medikamentöse Therapie eingegangen, und sodann die operative Behandlungsmöglichkeit mit ihren Risiken beschrieben werden.

1.2.3.1 Konservative Therapie

Bei der konservativen Therapie von leichten Koliken steht vor allem die Nahrungskarenz im Vordergrund. Außerdem können intravenös Spasmolytika, Analgetika und auch Antibiotika appliziert werden [7, 35]. Diese Maßnahmen stellen aber vor allem eine symptomatische und keine kausale Therapie dar, da nicht die Ursache der Beschwerden bekämpft wird, sondern nur gegen die vorherrschende Symptomatik behandelt wird. Dadurch kann es zwar häufig zu Rezidiven kommen, aber dennoch kann die konservative Behandlung eine gute Option für milde Verläufe oder auch multimorbide Patienten darstellen [56].

1.2.3.2 Medikamentöse Therapie (Cholelitholyse)

Auch hier wird nicht-invasiv versucht, die Gallenwegserkrankung zu beseitigen. In diesem Falle wird jedoch vor allem der Entstehung von Gallensteinen entgegengewirkt. Deswegen schließt sich eine Cholelitholyse meist einer konservativen Therapie an oder erfolgt generell im symptomfreien Intervall, in dem kein Stein im Ductus cysticus oder im Ductus choledochus mehr vorhanden ist.

Als Medikament kommt Ursodesoxycholsäure zum Einsatz, welche aber nur gegen röntgennegative Cholesterinsteine von 5-10 mm Größe wirkt. Außerdem sollten eine funktionstüchtige, kontraktionsfähige Gallenblase und ein intakter enterohepatischer Kreislauf vorliegen [7, 35, 50]. Die Therapie mit Ursodesoxycholsäure ist sehr langwierig und ist nur bei ca. der Hälfte aller Patienten nach 1-2 Jahren Therapie erfolgreich [7, 44].

Unter diesen erfolgreich therapierten Patienten kommt es aber bei ungefähr 30-60 % zu Rezidiven. Deswegen wird diese Art zu therapieren nur noch in äußerst seltenen Fällen angewandt, vor allem wenn eine Operation nicht möglich ist oder falls ein Patient die Operation ablehnt, aber keinesfalls dann, wenn der Patient an einer besonders starken Cholezystitis leidet [88].

1.2.3.3 Operative Therapie (Cholezystektomie)

Als die einzige kausale Therapie mit sicherem Erfolg bei Gallenblasenerkrankungen gilt die Entfernung der Gallenblase, da man hier den Entstehungsort und die Quelle eines Großteils der Steine beseitigt [54]. Es gibt jedoch Unterschiede in der Indikation und auch zur Dringlichkeit bei der Cholezystektomie. Die Dringlichkeit wird in Not- (innerhalb von zwei bis vier Stunden nach Krankheitsbeginn), dringliche oder auch frühelektiv genannte (innerhalb 24-72 Stunden durchzuführende) oder elektive Operation eingeteilt (länger als 72h seit Symptombeginn) [44, 54].

Eine absolute Notsituation, in der das Leben des Patienten in Gefahr ist, stellt die Gallenblasen-Perforation dar. Durch die freie Gallenflüssigkeit in der Bauchhöhle kann sehr schnell eine bedrohliche Sepsis entstehen, die im schlimmsten Fall auch tödlich endet [44, 54].

Sofort- oder Not-Operationen werden dann benötigt, falls es bei einer symptomatischen Steinerkrankung zusätzlich zu Fieber, Peritonitis oder Zeichen einer Sepsis kommt [54].

Als dringlich wird eine Cholezystektomie dann angefordert, wenn eine akute Cholezystitis oder ein Gallenblasenhydrops vorliegt, da man eine Perforation der Gallenblase und eine konsekutive Sepsis vermeiden will [50, 54]. Das frühelektive Vorgehen bei einer akuten Cholezystitis stand sehr lange zu Diskussion, doch Studien haben gezeigt, dass eine Operation innerhalb von 72 Stunden nach Eintreten der Beschwerden die Krankenhausaufenthaltszeit um 3-5 Tage verkürzt gegenüber einem späteren Eingriff [41, 46, 48, 50]. Außerdem wurden keine vermehrten Komplikationen beobachtet wie zunächst vermutet wurde [41, 50, 73].

Eine elektive Operation erfolgt bei Steinkranken, die unter rezidivierenden Symptomen leiden, bei Gallenblasen-Polypen oder auch bei Patienten, die eine Gallenblasen-Salmonellose haben und somit Salmonellen-Ausscheider sind [50, 54]. Außerdem sollte eine elektive Cholezystektomie beim Vorhandensein von Steinen mit einer Größe von über drei Zentimetern oder vor Beginn einer Somatostatin-Therapie in Betracht gezogen werden [50]. Eine absolute Ausnahme stellt die elektive Cholezystektomie bei asymptomatischen Patienten dar, die zum Beispiel eine große Reise planen, bei der über einen langen Zeitraum kein Arzt aufgesucht werden kann (wie beispielsweise eine Schiffsreise) [44].

Kontraindikationen zu einer Cholezystektomie und Indikationen zu einer konservativen Behandlung gibt es nur sehr selten und diese müssen in einer Notfallsituation individuell abgewogen werden. Hierzu zählen zum Beispiel nichtkompensierte Begleiterkrankungen oder nichttherapierbare Gerinnungsstörungen.

1.2.3.3.1 Risiken von Gallengangsverletzungen im Rahmen der Cholezystektomie

Die Cholezystektomie ist ein sehr sicheres Standardverfahren, welches mit einer Mortalität von ungefähr 0,66 % bei elektiven Operationen als äußerst sicher gilt [50]. Grundsätzlich ist aber natürlich das Risiko abhängig vom Patientenalter, den Begleiterkrankungen und der Schwere der Erkrankung.

Die spezifischen Komplikationen, die nicht unter die Allgemeinen fallen wie beispielsweise eine Blutung, Wundinfektion oder eine Verletzung von angrenzenden Organen, sind im Wesentlichen eine Verletzung des Hauptgallenganges oder einer Leberarterie. In dieser Arbeit werden diese beiden spezifischen Verletzungen als Major-Komplikation aufgefasst, also eine Verletzung der Arteria hepatica oder eine Läsion eines extrahepatischen Gallenganges.

Gerade die Verletzungen des Ductus choledochus haben viele Studien ins Leben gerufen, in denen versucht wird, eine einheitliche Klassifikation für eben diese Läsionen zu finden. Diese Klassifikation soll im Ernstfall in der Einstufung der Gefährdung des Patienten durch die Verletzung helfen und auch bei der Entscheidungsfindung, welche Therapie zu folgen hat, unterstützen.

1.2.3.3.2 Klassifikation der Gallengangsverletzungen

Bis heute hat man sich noch nicht auf eine universelle Klassifikation geeinigt, da viele der versuchten Einstufungen einige Faktoren unbeachtet lassen [1, 52, 87].

Die erste Klassifikation, die bereits 1982, also noch vor der Einführung der laparoskopischen Cholezystektomie, vorgestellt worden ist, ist die Bismuth-Klassifikation. Diese teilte die Verletzungen in fünf Verschiedene ein, was aber viele Arten von Verletzungen missachtete [17, 52]. Außerdem wurden hier gleichzeitige vaskuläre Verletzungen außer Acht gelassen [17, 87].

Die Strasberg-Klassifikation war eine besser anwendbare Modifikation der Bismuth-Einteilung, die eine Verletzung an einem extrahepatischen Gang in Läsionstypen A-E einteilte. Sie unterschied insbesondere zwischen einer Okklusion, einem Galleleck und einer Durchtrennung des Gallenganges. Dennoch beinhaltete sie aber immer noch keine vaskulären Schäden [9, 87]. Trotz allem hat die Strasberg-Klassifikation weiterhin Bestand [16].

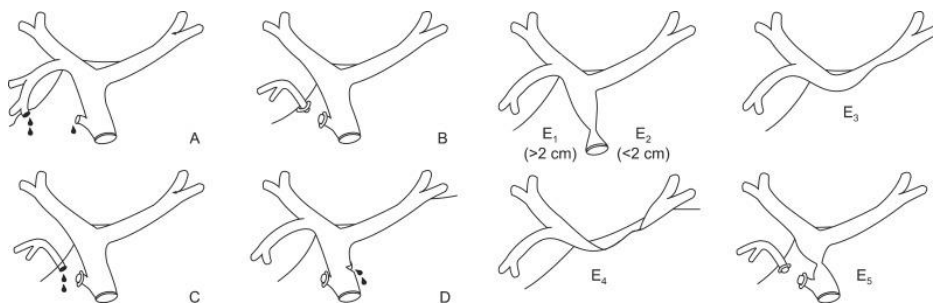


Abb. 5: Klassifikation der Gallengangsverletzungen nach Strasberg [17]

Weitere Klassifikationssysteme sind die Stewart-Way-, die Neuhaus- und Siewert-Einteilungen. Diese drei ließen jedoch alle Verletzungen an oder oberhalb der Bifurkation des Leberganges außer Betracht [9, 87].

Die neueste Einteilung der Verletzungen ist die Hannover-Klassifikation, die von Bektas et al. vorgeschlagen worden ist. Sie stellt die detaillierteste Beschreibung zu Läsionen der

extrahepatischen Gallengänge dar. Insgesamt wurden 21 verschiedene Verletzungstypen, die nicht nur vaskuläre Schäden beinhalten, sondern auch Verletzungen oberhalb der Bifurkation des Leberganges mit in Betracht gezogen [17, 87].

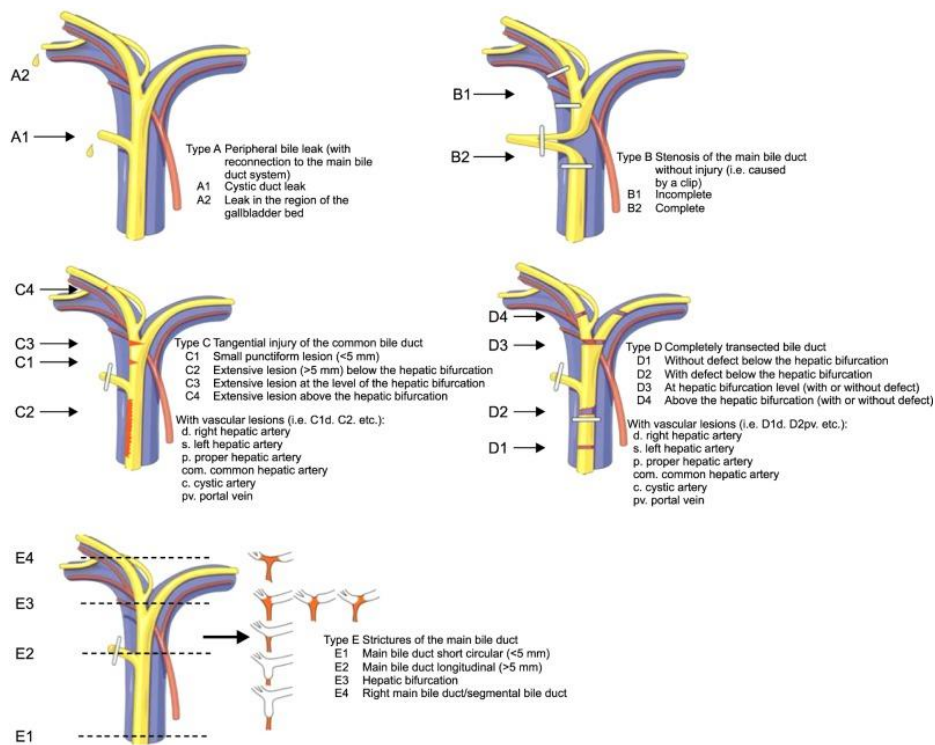


Abb. 6: Hannover Klassifikation der Gallengangsverletzungen [9, 17]

Die Hannover-Klassifikation ist am ehesten die akzeptierteste Einteilung der Läsionen [17]. Dennoch bestehen Zweifel, ob sie wirklich universell angenommen wird oder mit ihren 21 verschiedenen Typen im klinischen Alltag überhaupt anwendbar ist [87].

Grundsätzlich sind die Risiken bei einer Cholezystektomie jedoch als sehr niedrig anzusetzen. Gallenwegsverletzungen oder Clipping des Ductus choledochus kommen in ungefähr 0,5-1,3 % der Fälle vor [24, 50, 64, 72, 81], während eine Verletzung der Arteria hepatica mit dem geringen Risiko von ca. 0,7 % noch seltener ist [78].

Minor-Komplikationen können in ca. 7 bis sogar 23,28 % der Fälle eintreten, darunter stellt die Wundinfektion mit bis zu 3,75 % die häufigste Komplikation dar [38, 50, 72, 78]. Operationsspezifisch sind intraoperative Blutungen die häufigste Komplikation mit bis zu 9,84 % [38], während es in 1,2% der Fälle zu postoperativen Blutungen und in ca. 0,5-2 % der Fälle zu einem residuellen Stein mit nachfolgendem postoperativem Abgang kommt [38, 50, 72].

Grundsätzlich ist die laparoskopische Operationstechnik heutzutage der Standard. Nach mehrfachen Oberbauchlaparotomien und dementsprechenden Vernarbungen im OP-Bereich

reich, bei schweren Herz- oder Lungenerkrankungen, bei Verdacht auf ein Gallenblasenkarzinom oder bei einer biliodigestiven Fistel, sollte jedoch weiterhin die offene Operationstechnik bevorzugt werden [50].

Außerdem herrscht ein großer Konsensus, dass kein Operateur damit zögern sollte, den laparoskopisch begonnenen Eingriff zu einem Offenen zu konvertieren. Dies stellt an sich noch keine Komplikation dar, kann die Rate an Komplikationen aber extrem senken [28, 64, 66, 80, 81].

1.2.4 Cholezystektomie

Wie zuvor schon beschrieben gibt es zwei verschiedene Arten der Cholezystektomie: zum einen die konventionelle, offene Operationstechnik und zum anderen die endoskopisch durchgeführte, laparoskopische Cholezystektomie. Im Folgenden wird nun auf diese zwei Operationstechniken näher eingegangen.

1.2.4.1 Konventionelle offene Cholezystektomie

Die konventionelle Cholezystektomie wird mit einem rechtsseitigen Rippenbogenrand-schnitt nach Courvoisier und Kocher oder einem Transrektalschnitt begonnen [44, 54]. Danach werden das Peritoneum eröffnet und kurze Leberhaken nach Mikulicz eingelegt [54]. Außerdem wird noch hinter die Gallenblase ein feuchter Streifen eingelegt, der die auslaufende Galle auffangen soll. Bei Bedarf und im Falle einer sehr prallen Gallenblase kann aus dieser Gallenflüssigkeit abpunktiert werden, um eine leichtere Handhabung zu ermöglichen [54].

Nun werden das viszerale Peritoneum am Infundibulum inzidiert und Verwachsungen der Gallenblase mit der Leberunterfläche mit Schere und Präpariertupfer gelöst [54]. Die Freipräparation der Gallenblase kann in zwei verschiedene Richtungen erfolgen, entweder retro- oder anterograd [54, 76].

Die normale Vorgehensweise ist die Retrograde Präparation der Gallenblase, in der als Erstes die Serosa am Infundibulum inzidiert wird. Hierauf werden Gallenblasennahe Strukturen identifiziert und die Arteria cystica mit Ligaturen oder Clips abgesetzt [54]. Danach wird der Ductus cysticus stumpf und circular freigelgt, während eine Darstellung der Mündung des Ductus cysticus in den Ductus choledochus nicht obligat ist.

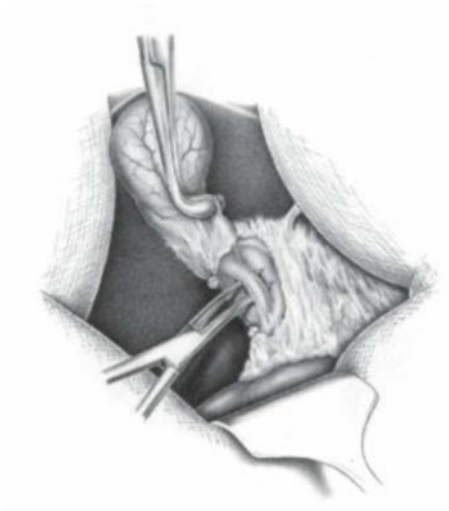


Abb. 7: Freilegung des Ductus Cysticus[76]

Nach der Durchtrennung des Ductus cysticus wird die Gallenblase nun retrograd unter fortwährender Blutstillung aus dem Leberbett herausgelöst [54].

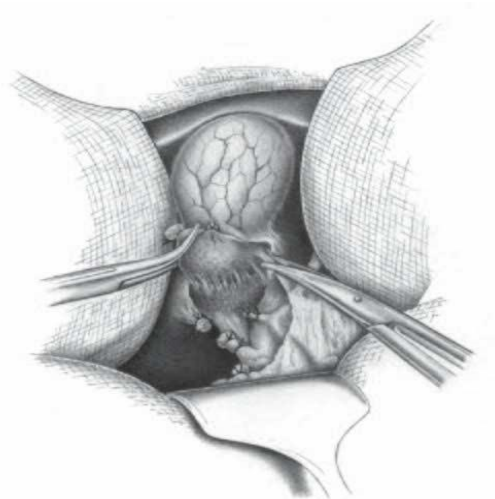


Abb. 8: Retrogrades Auslösen der Gallenblase[76]

Eine anterograde Präparation wird meist dann vorgenommen, wenn die Strukturen am Hilusgebilde nicht mit 100 % iger Sicherheit identifiziert werden können [54, 76]. Hierbei wird die Gallenblasenwand vom Fundus der Gallenblase aus bis zum Ductus cysticus freipräpariert. Für die anterograde Präparation ist eine weitere Minilaparotomie, also ein kleiner zusätzlicher Zugang zur Bauchhöhle eine absolute technische Notwendigkeit [76]. Deswegen diese möglichst selten angewandt wird, wie zum Beispiel bei unübersichtlichen Verhältnissen während einer schweren Cholezystitis [76].

Nach dem Herausnehmen der Gallenblase werden noch offene Blutungen gestillt und eventuell eine Drainage eingelegt [54, 76].



Abb. 9: Drainage Gallenbett[76]

Wenn die Zählkontrolle der verwendeten Geräte und Bauchtücher durchgeführt worden ist, wird die Wunde schichtweise verschlossen und ein Verband angelegt [54].

1.2.4.2 Klassische Laparoskopische Cholezystektomie

Zuerst werden vier Trokare angelegt, deren Positionen zumeist wie folgt bestimmt werden: Der erste Trokar wird umbilikal, ein weiterer epigastrisch paramedian links, der dritte rechts lateral subhepatisch und der letzte infraxiphoidal in die Bauchhöhle eingebracht [76]. Die Lage der Trokare kann aber je nach Klinikum und gewohnter Operationsart- und -weise variieren.

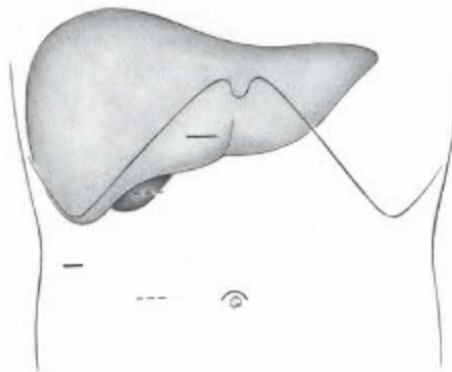


Abb. 10: Übliche Lage der Trokarinzisionen[76]

Von diesen vier Trokaren ist das Anlegen des ersten der schwerste Schritt, bei dem viel Vorsicht geboten ist. Es kann nun entweder ein Trokar oder die Verres-Nadel als erstes

gesetzt werden. Hierbei wurden in verschiedensten Studien keine Unterschiede im Auftreten von Komplikationen während des Einführens einer der beiden Alternativen festgestellt [29, 83, 84].

Üblicherweise wird zunächst durch eine kleine umbilikale Inzision die Faszie dargestellt, welche dann mit einer Schere oder auch einem Skalpell gespalten und danach stumpf auseinander gedrängt wird [76]. Durch diese sorgfältige Präparation soll eine Verletzung durch den ersten Trokar oder die Verres Nadel verhindert werden, die dazu genutzt wird, um ein Pneumoperitoneum herzustellen.

Hierauf kann der Kameratrokar offen in die Bauchhöhle eingebracht, das Pneumoperitoneum angelegt und dann das Operationsgebiet zum ersten Mal genauer inspiziert werden. Erst nach der Inspektion der Bauchhöhle werden die weiteren drei Trokare unter laparoskopischer Sichtkontrolle platziert [44, 54, 76].

Über den infrahepatischen Trokar wird nun eine Faszange eingeführt, mit der die Gallenblase am Fundus gefasst und nach kranial luxiert wird [54]. Nun wird eine weitere Faszange über den infraxiphoidalen und ein monopolares Häkchen oder ein Overhold über den linken Trokar eingeführt.

Nach Identifikation des Calot'schen Dreiecks wird mit der zweiten Faszange der Hals der Gallenblase (am sogenannter Hartmann's-Pouch) erfasst und nach distal gezogen [76]. Durch den kranialen Zug der ersten und den distalen Zug der zweiten Faszange wird das Gebiet des Calot'schen Dreiecks angespannt, wodurch die tubulären Strukturen auseinandergezogen werden. Dies ist sehr wichtig, um eine akzidentielle Verletzung des Gallengangs zu vermeiden [76]. Diese Art und Weise, das Calot'sche Dreieck darzustellen, wird auch das Prinzip der Triangulation genannt.

Nach der Anspannung des Calot-Dreiecks, welches wie zuvor bereits erwähnt einerseits durch den Ductus cysticus, andererseits durch den Ductus hepaticus dexter und den Ductus hepaticus communis und nach cranial durch den hinteren unteren Leberrand begrenzt wird [44], kann dieses auf beiden Seiten geschlitzt und daraufhin stumpf disseziert werden.

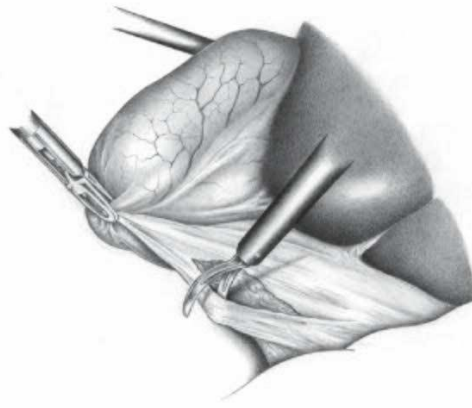


Abb. 11: Eröffnung Calot'sches Dreieck[76]

Während der Präparation des Dreiecks muss eine Blutstillung erfolgen, damit die Sicht auf das Operationsgebiet nicht beeinträchtigt wird [76].

Hat man nun den Ductus cysticus und die Arteria cystica identifiziert, muss eine genaue Überprüfung geschehen, ob die richtigen Strukturen ausgesucht worden sind. Falls aber die Arteria cystica und der Ductus cysticus nicht eindeutig zu identifizieren sind, sollte entweder eine intraoperative Cholangiographie durchgeführt oder ansonsten vom Operateur in Betracht gezogen werden, die laparoskopische Operation zu einer Offenen zu konvertieren [44].

Falls die abzusetzenden Strukturen nun eindeutig identifiziert werden konnten, werden sie jeweils mit proximal zwei und distal einem Clip verschlossen [54, 76]. Daraufhin können der Ductus cysticus und die Arteria cystica unter Sicht durchtrennt werden [76].

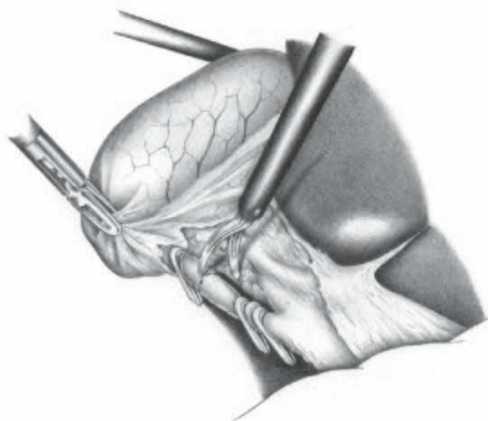


Abb. 12: Clippen und Durchtrennen des Ductus cysticus[76]

Nach der Durchtrennung schließt sich das retrograde Auslösen der Gallenblase aus dem Leberbett an, welches analog zum offenen Verfahren geschieht [54]. Während des Auslösens können Blutungen mit der Diathermie gestillt werden. Sobald die Gallenblase bis

auf einen schmalen Strang am Leberrand freipräpariert worden ist, kann eine umfassende Blutstillung mit Spülung des Leberbettes durchgeführt werden [76].

Außerdem sind die angebrachten Clips auf Dichtigkeit zu überprüfen, erst danach wird der letzte Bindegewebestrang, der die Gallenblase mit der Leber verbindet, durchtrennt [76].

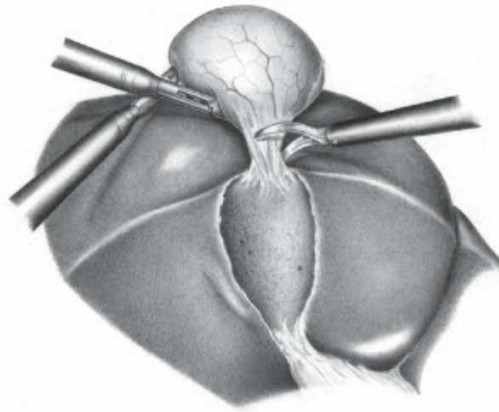


Abb. 13: Blutstillung Gallenblasenbett[76]

Zuletzt wird nun die Gallenblase über einen Bergebeutel und die umbilikale Trokarinzision entfernt. Hierbei muss streng darauf geachtet werden, dass keine Steine oder ähnliches in der Bauchhöhle zurückbleiben [76]. Danach können alle Trokare unter Sicht entfernt und die Zugänge über eine Naht verschlossen werden [44, 54].

1.2.5 Neuere Operationstechniken

Da die Entwicklung der Laparoskopie nach der ersten 1985 durchgeführten laparoskopischen Cholezystektomie große Fortschritte gemacht hatte und die technischen Möglichkeiten sich immer weiter verbesserten, begann als erstes Navarra ab dem Jahr 1997 die Suche nach neuen Techniken der Minimalinvasiven Chirurgie mit geringeren oder kleineren OP-Zugängen.

Diese sollen nicht nur zu reduzierten postoperativen Schmerzen, sondern auch zu verbesserten kosmetischen Ergebnissen führen [43]. Zu diesen neu entwickelten chirurgischen Verfahren gehören unter anderem die „Hybrid-Notes“-Technik, die „Single-Incision“-Techniken und die „Suprapubisch-Transumbilikale“ Cholezystektomie, welche auch als Mindener Technik bezeichnet wird.

Außerdem zählt die „Total-Umbilikale-Laparoskopische-Cholezystektomie“ zu den neuen Operationstechniken, die auch im HELIOS Amper-Klinikum Dachau praktiziert wird.

1.2.5.1 Hybrid-NOTES

Der Begriff „NOTES“ ist ein Akronym für „Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery“ und bedeutet im Deutschen, dass eine endoskopische Operation über eine natürliche Körperöffnung durchgeführt wird [11, 67].

Bei der Cholezystektomie wird der transvaginale Zugang gewählt, der jedoch nicht für die Einbringung der Kameraoptik genügt, weswegen dafür eine Inzision in der Umbilikalgegend hinzugefügt wird.

In Hinblick auf diesen zusätzlichen Schnitt, der jedoch in einem Operationsergebnis ohne sichtbare Narben endet, wird diese Form der Gallenblasenentfernung auch als Hybrid-NOTES-Cholezystektomie bezeichnet [67].

1.2.5.2 Kombinierte Suprapubisch-Umbilikale Cholezystektomie

Bei der kombinierten Suprapubisch-Umbilikal Cholezystektomie werden über die Verlagerung der Zugänge kleinere Trokargrößen und ein verbessertes kosmetisches Ergebnis ohne Einschränkung der Patientensicherheit erreicht [43]. Diese Methode benötigt aber weiterhin zwei Inzisionen, da, wie es sich aus dem Namen ergibt, ein Zugang suprapubisch und ein Zugang umbilikal angelegt wird.

1.2.5.3 Single-Incision-Techniken

Bei der Single-Incision-Cholezystektomie wird versucht, die Gallenblase nur mit dem Zugang über den Umbilikus zu entfernen. Hierbei gibt es unter anderem zwei Ansätze, die etwas genauer erwähnt werden sollten:

Bei der „Single-Incision-Laparoskopic-Cholecystectomy“ (SILC) bedient man sich eines Port-Systems, über welches bis zu 5 Trokare eingeführt werden können. Um die gleiche Beweglichkeit wie bei der konventionellen laparoskopischen Cholezystektomie zu erhalten, sind die Arbeitsinstrumente teilweise gebogen. Bei dieser Technik wird aber zumeist noch ein weiterer Zugang benötigt, da die Übersicht und Beweglichkeit nicht in dem Ausmaß vorhanden sind wie sie grundsätzlich gegeben sein sollten.

Als zweite, auch im HELIOS Amper-Klinikum Dachau praktizierte Single-Incision Technik ist die „Total-Umbilikale-Laparoskopische-Cholezystektomie“ (TULC) zu nennen. Wie schon im Namen verraten, soll diese von Navarra entwickelte Technik auch nur über den umbilikalen Zugang durchgeführt werden.

In diesem Fall wird aber kein Port-System installiert, stattdessen werden Fäden transcutan und transumbilikal in das Operationsgebiet eingebracht und am Fundus und Infundibulum der Gallenblase befestigt, die danach über zwei Trokare und die Bauchdecke wieder entfernt werden. Durch den extrakorporalen Zug an den Fäden kann die Gallenblase gesteuert und auf einen weiteren Zugang verzichtet werden.

Obwohl empfohlen wird, nicht mit der Konversion zur konventionellen laparoskopischen Cholezystektomie zu zögern [96], zeigen Studien klar, dass das kosmetische Ergebnis bei der Single-Incision-Technik dem der klassischen laparoskopischen Operationstechnik überlegen ist, ohne dass die Patientensicherheit gefährdet wird [33, 45, 58, 92]. Zu diesen Feststellungen kam auch die Studie von Petridis et al., in der in Kooperation mit dem HELIOS Amper-Klinikum Dachau die Durchführungen von TULCs überprüft worden sind. Hierbei wurden sowohl ein verbessertes kosmetisches Ergebnis, als auch eine gleichbleibende Patientensicherheit beobachtet [70].

Die Limitationen für SILCs entsprechen den Kontraindikationen für die klassische laparoskopische Cholezystektomie [45].

1.2.6 Methoden zur Risikoreduktion von Gallengangsverletzungen

Die grundlegende Frage, die sich bei dem Versuch eine Technik zu finden, das Risiko für Verletzungen zu vermindern stellt, ist folgende: Wie kommt es überhaupt zu Verletzungen? Erst wenn die genauen Ursachen für eine Verletzung zum Beispiel des Gallenganges oder der Arteria hepatica festgestellt worden sind, kann man diesen entgegenwirken.

Es wird vermutet, dass es durch multifaktorielle Einflüsse zu einer Komplikation kommt. Bei der Cholezystektomie spielen beispielsweise die Erfahrung des Chirurgen [72], akute Entzündungen [81, 86], anatomische Variationen der Gänge [78, 81, 86] und ganz entscheidend die inadäquate Visualisation des Operationsfeldes eine Rolle [16]. Der Begriff „Visualisation“ steht für das Phänomen, dass jeder Operateur während einer Operation häufig in die Situation kommt, dass er das sieht, was er sehen will und nicht das, was tatsächlich vorhanden ist [16].

Es gab schon viele verschiedene Ansätze, die Patientensicherheit zu erhöhen und die Verwechslung einer der durchzutrennenden Strukturen zu verhindern. Einige Beispiele sind die Einführung regelmäßigen Trainings der obligaten Darstellung des Calot'schen Dreiecks durch Simulationen, die intraoperative Cholangiographie und die Injektion von Indocyanine Green.

Was diese aber gemeinsam haben ist, dass die fehlerhafte Visualisation des Operationsfeldes nicht vollständig unterbunden wird [16]. Dies kann nur über das Hinzukommen einer von der Operation unabhängigen Person erreicht werden, die sozusagen ein neues Paar Augen auf das Operationsfeld wirft [16]. Genau dies sollte durch die im Klinikum Dachau eingeführte Supervision erreicht werden.

1.2.6.1 Regelmäßiges Training durch Simulationen

Durch regelmäßiges Training und/ oder Simulationen können deutlich verbesserte Ergebnisse gerade im Bereich des „Human-Factors“ oder auch bei den „Nicht-Technischen“-Fähigkeiten von Operateuren erreicht werden [63]. Dies bedeutet, dass beispielsweise eine weitaus bessere Kommunikation während der Operation zwischen Chirurgen und Anästhesisten stattgefunden hat. Um ebendiese Kommunikation zwischen den verschiedenen Professionen innerhalb des Operationssaals zu verbessern, wurden inzwischen in vielen Kliniken wie schon zuvor erwähnt Checklisten oder auch das Prinzip des „Time-Outs“ eingeführt. Hierbei werden zu verschiedenen Zeitpunkten der Operation gemeinsame „Time-Outs“ genommen, um das gemeinsame weitere Vorgehen untereinander abzusprechen.

Außerdem geben das Training und das langsame Heranführen durch supervidierte Simulationen jungen, unerfahrenen Operateuren mehr Sicherheit und auch eine steilere Lernkurve am Anfang ihrer Karriere [23, 37].

Man hat aber auch deutlich zeigen können, dass durch das Training kein besserer Effekt bei erfahrenen Chirurgen erzielt und somit die Rate an Verletzungen nicht signifikant vermindert werden kann [16].

Eine interessante Herangehensweise haben da Cruz et al. mit einem präoperativen Warm-Up vorgeführt. Sie haben gezeigt, dass es zu besseren Performances kommt, falls der Operateur sich vor einer Operation in einem Simulator gewissermaßen „aufwärmt“ [22].

1.2.6.2 Intraoperative Cholangiographie

Bei der intraoperativen Cholangiographie wird, nach Einbringung der Arbeits-Trokare und Identifikation des Gallengangs, dieser oder auch die Gallenblase minimal inzidiert und Kontrastmittel in das Gallengangsystem appliziert.

Durch die Benutzung eines Bildwandlers können nun sämtliche Gallengänge dargestellt und zwischen Ductus cysticus und Ductus choledochus differenziert werden [44]. Durch

die intraoperative Cholangiographie kann außerdem eine Choledocholithiasis festgestellt werden, wodurch die Steine intraoperativ rausgespült oder postoperativ eine ERCP angeordnet werden kann.

Hiermit ist dies eine gute Methode, um intraoperativ über den Verlauf der Gallengänge Gewissheit zu bekommen und um möglicherweise Verwechslungen zu verhindern.

Über den regelmäßigen Einsatz einer intraoperativen Cholangiographie wird seit vielen Jahren kontrovers diskutiert. Einige Studien belegen, dass es das Risiko von Gallengangsverletzungen verringert [42, 85, 89], während andere Studien dies widerlegen [26, 32, 69].

Ein zusätzlicher positiver Aspekt, den die intraoperative Cholangiographie jedoch hat, der von mehreren Autoren hervorgehoben wird, ist, dass eine intraoperative Verletzung, auch eine kleine, in der intraoperativen Cholangiographie erkannt und dementsprechend auch besser behandelt werden kann [26, 30, 89]. Nun muss aber bedacht werden, dass das Kontrastmittel über eine Sonde eingebracht wird, welche in den Ductus cysticus eingelegt wird. Falls dieser aber zu diesem Zeitpunkt mit dem Ductus choledochus verwechselt worden ist, kommt es schon durch die Punktion des Ganges zur Kontrastmittelapplikation zur Komplikation.

Große Übereinstimmung herrscht aber dennoch darüber, dass eine intraoperative Cholangiographie die Operationszeit deutlich verlängert [26, 32]. Außerdem kann es durch die Applikation des Kontrastmittels zu einer anaphylaktischen Reaktion kommen, was den Operationsablauf dramatisch verkomplizieren würde und den Patienten in eine große Gefahr bringen könnte [85]. Außerdem kommt es zu einer zusätzlichen Strahlenbelastung des gesamten Operationsteams und des Patienten.

1.2.6.3 Injektion von Indocyanine Green

Durch eine 1-2 Stunden präoperative intravenöse oder intraoperative intravesicale [55] Injektion von Indocyanine Green werden die intra- und extrahepatischen Gallengänge während der Operation durch infrarotes Licht sichtbar gemacht [55]. Dadurch kann sichergestellt werden, dass eine Verwechslung des Ductus cysticus mit dem Ductus choledochus nicht eintritt.

Die Injektion von Indocyanine Green ist eine äußerst sichere Methode, die die Gallengänge, im Vergleich zur intraoperativen Cholangiographie, ohne zusätzliche Strahlenexposition und ohne zusätzlichen invasiven Schritten darzustellen [12, 60, 68, 95].

Dennoch wird vor allem in der laparoskopischen Cholezystektomie neues Equipment benötigt, da die laparoskopischen Kameras um ein optimales Ergebnis zu erzielen mit einer neuen Infrarottechnik ausgestattet werden müssen, um in der Lage zu sein, das Indocyanine Green auf dem Bild zu erkennen [12].

Außerdem ist die Injektion von Indocyanine zwar eine sehr positiv angenommene, aber dennoch eine bis jetzt sehr neue Errungenschaft. Deswegen gibt es noch nicht allzu viele Studien, aber seit ca. 2015 wird versucht, zuverlässige Zahlen zu der Injektion von Indocyanine Green über randomisierte Studien zu erlangen.

Fraglich ist allerdings, ob es zu allergischen Reaktionen kommen könnte und ob der Kostendruck, den sich die Klinik auferlegt, die gering verbesserte Patientensicherheit rechtfertigt.

1.2.6.4 Supervision

Zur Verbesserung der Patientensicherheit und zu einer Reduktion von Major-Komplikationen wurde im HELIOS Amper-Klinikum Dachau im Juli 2014 eine intraoperative Supervision eingeführt. Dies ist zuvor noch in keinem anderen Krankenhaus bei Cholezystektomien erprobt worden. Außerdem musste für die Durchführung der Supervision keine zusätzlichen Gerätschaften oder Apparaturen angeschafft werden, was einen zusätzlichen Kostenfaktor darstellen würde. Aber zunächst einmal Genaueres über den Begriff „Supervision“ und der Durchführung am Klinikum Dachau:

Das Wort „Supervision“ kommt aus dem Lateinischen und von dem Verb „supervidere“. „Super“ hat viele Übersetzungen, wörtlich heißt es aber am ehesten „oberhalb“ oder auch „von oben“. Da „videre“ vor allem „sehen“ heißt, kann man also „supervidieren“ als „von oben herabsehen“, also von einem Höher-gestellten kontrolliert werden übersetzen. „Super“ kann aber auch „überdies“, „außerdem“ oder auch „mehr“ bedeuten, „videre“ selbst hat ebenso andere Übersetzungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel „erkennen“ oder „wahrnehmen“. Wenn man das Wort „Supervision“ mit den zuletzt genannten Bedeutungen betrachtet, kann man es viel eher als das Hinzukommen einer weiteren Person werten, die ein Augenpaar „mehr“ bietet, um gegebene Situation zu beurteilen und essentielle Dinge zu „erkennen“.

In vielen anderen Fachgebieten ist eine Supervision völlig normal und Teil der Routine in der täglichen Arbeit. Zumeist hat das Wort „Supervision“ den negativen Beiklang des Kontrolliert-werdens, dennoch ist die „Supervision“ zumeist eher eine Art von Beratung durch einen etwas höher-gestellten Kollegen [15].

Sehr intensiv praktiziert wird die Supervision beispielsweise als Beratungsmöglichkeit von den Psychologen, wobei hier im vertraulichen Rahmen über die korrekten Therapiemöglichkeiten diskutiert wird und über etwaige Probleme oder Zwischenfälle im Arbeitsumfeld gesprochen werden kann [15, 36]. In der Medizin gibt es noch keine reguläre Supervision in dem Sinne einer Beratungsmöglichkeit, sondern eher noch als Kontrollmöglichkeit durch einen erfahreneren Arzt.

Die Supervision im Klinikum Dachau soll jedoch eher einen Kompromiss darstellen zwischen Kontrolle und Beratungsmöglichkeit unter Kollegen. Der Supervisor, der zum Zeitpunkt der Clippung des Ductus cysticus und der Arteria cystica hinzugerufen wird, ist zwar ein viszeralchirurgischer Facharzt, dennoch wird ein solcher Supervisor nicht nur bei einem unerfahrenen Assistenzarzt hinzugerufen, sondern auch beim Chefarzt. Das bedeutet, dass auch Fachärzte, die in der „Hierarchie“ des Klinikums niedriger gestellt sind, die Supervisoren ihrer direkten Vorgesetzten sein können.

Die Supervision beinhaltet nun, dass dieser viszeralchirurgische Facharzt die anatomischen Strukturen sowie die korrekte Darstellung des Ductus cysticus und der Arteria cystica beurteilt. Außerdem überprüft der Supervisor, ob die zuvor geschehene Präparationsqualität zufriedenstellend ist und ob die zu clippenden Strukturen zweifelsfrei identifiziert werden können. Erst dann darf mit den nächsten Schritten der Operation fortgefahren werden. Falls dies jedoch nicht der Fall ist, muss so lange weiter präpariert werden, bis auch der Supervisor von der Eindeutigkeit der anatomischen Begebenheiten überzeugt ist.

1.2.7 Die Laparoskopische Cholezystektomie mit Supervision im Klinikum Dachau

Da sich der grundsätzliche Operationsablauf durch die Supervision nicht ändert, wird im Folgenden nur genauer auf den Moment eingegangen, in dem sie stattfindet:

Der laparoskopische Eingriff beginnt auch hier mit der Einbringung der Verres-Nadel mit nachfolgender Insufflation des Bauches durch CO₂ und darauffolgend die Einführung der Arbeitstrokare unter Sicht. Hieraufhin wird das Calot'sche Dreieck identifiziert und vom Infundibulum der Gallenblase aus freipräpariert.

Dabei werden auch nach und nach die zu kappenden Strukturen - Ductus cysticus und Arteria cystica - freigelegt, die zum Teil das Calot-Dreieck begrenzen, nämlich der Ductus cysticus, der Ductus hepaticus communis und der hintere Unterrand der Leber. Sobald

diese Strukturen suffizient freigelegt sind und die Operateure im Normalfall sicher genug sind, den Gallenblasengang und die Gallenblasenarterie identifiziert zu haben und mit dem Clippen ebendieser beginnen würden, wird ein weiterer von der Operation unabhängiger Facharzt oder ein Oberarzt der Viszeralchirurgie hinzugerufen.

Dieser Supervisor beurteilt nun, ob die stattgefundene Präparation gut genug erfolgt ist und ob die Strukturen mit absoluter Gewissheit als die Richtigen identifiziert worden sind.

Sobald dies erfolgt ist und der hinzugerufene Chirurg seine Zustimmung für den Fortlauf der Operation gegeben hat, wird sie nun wie im Normalfall fortgesetzt und zu Ende geführt. Noch während der Supervisor im OP-Saal ist, werden der Ductus cysticus und die Arteria cystica mit jeweils 2 Clips nach proximal und einem Clip nach distal abgeklemmt und durchgeschnitten.

Durch diese Überwachung wird die wichtigste Ursache von iatrogenen Gallengangsverletzungen, nämlich die inadäquate Visualisation des Operationsgebietes durch die Operateure eingeschränkt.

Danach erfolgt unter stetiger Blutstillung das Auslösen der Gallenblase aus dem Leberbett mit darauffolgender Bergung der Gallenblase mit einem eingeführten Bergebeutel. Nach Öffnung und Inspektion der Gallenblase, werden die Arbeitstrokare entfernt, die laparoskopischen Zugänge verschlossen und ein Wundverband angelegt.

1.2.8 Hypothese

Die in dieser Arbeit zu überprüfende Hypothese ist nun, dass durch die Einführung der Supervision weniger Major-Komplikationen im Zeitraum der Supervision vorgekommen sind als noch zuvor ohne Supervision.

Außerdem wurden in beiden Gruppen noch weitere Variablen überprüft, ob sie eventuelle Unterschiede aufwiesen. Hierbei interessierte die Entwicklung der perioperativen Laborwerte, die Verweildauer der Patienten im Krankenhaus, die durchschnittliche Operationsdauer im Zeitraum vor und mit der Supervision. Zusätzlich wurden die Häufigkeit einer operativen Revision, einer intraoperativen Konversion zum offenen Verfahren und das Auftreten einer Minor-Komplikation bei Patienten, bei denen eine supervidierte Cholezystektomie durchgeführt worden ist mit der nicht supervidierten Gruppe verglichen.

1.4 Prospektive Studienüberlegung

Da bei der Supervision im Prinzip eine Bildanalyse auf dem Monitor des Laparoskopieturms stattfindet, stellt sich die Frage, ob man Bildkriterien finden kann die eine Bilderkennung ermöglichen. Hierfür wurde in dieser Arbeit das Augenmerk auf die Längen und Breite der zu kappenden Strukturen, des Ductus cysticus und der Arteria cystica, gelegt, um eventuell ein Kriterium für ebendiese Bilderkennung zu definieren.

2. Methodik

Die Studie teilt sich in einen retrospektiven und in einen prospektiven Teil auf. Die retrospektive Analyse bezieht sich auf die Entwicklung der verschiedenen Parameter mit und ohne Supervision, während die prospektive Analyse Daten zur potentiellen Entwicklung einer Supervisions-Software auswertet.

2.1 Retrospektive Analyse

Die retrospektive Analyse beinhaltet die Auswertung der gesammelten Daten über die durchgeführten Cholezystektomien. Dies soll einen Aufschluss darüber geben, ob die neu initiierte Supervision den gewünschten Effekt in der Erhöhung der Patientensicherheit hatte.

2.1.1 Patientengut

Die letzten 500 Patienten vor der Einführung der Supervision im Juli 2014 und die ersten 500 Patienten nach Einführung der Supervision wurden hinsichtlich verschiedenster Parameter ausgewertet. Diese Patienten wurden im Zeitraum vom September 2012 bis Juni 2016 laparoskopisch operiert.

Hierbei wurden alle Patienten mit in die Analyse aufgenommen, die primär laparoskopisch operiert wurden. Alle primär mit dem offenen, konventionellen Verfahren behandelten Patienten wurden demnach von der Studie ausgeschlossen. Außerdem wurden auch solche Patienten primär ausgeschlossen, die aufgrund eines anderen Leidens operiert werden mussten und bei denen die Gallenblase simultan nur mitentfernt wurde, wie zum Beispiel bei einer laparoskopischen Leberteilresektion oder einer Hemikolektomie rechts.

Der Grund für den Ausschluss dieser Patienten ist, dass in der Studie auch mitbeurteilt werden soll, ob die Supervision einen zusätzlichen Zeitaufwand dargestellt hat. Dies ist nur möglich, wenn nur Patienten mit vergleichbaren Operationen herangezogen werden. Sobald eine weitere Struktur mitbehandelt wird, ist die Dauer der Operation länger als eine „einfache“ laparoskopische Cholezystektomie.

2.1.2 Methodisches Vorgehen

Zunächst wurde eine Anfrage an das Rechenzentrum des Amper-Klinikums Dachau gesendet, in der um eine Auswahl der Patienten gebeten wurde, die im zuvor genannten Zeitraum cholezystektomiert worden sind. Danach erfolgte die Auswertung der Fälle mittels der elektronischen Krankenakte des Krankenhaussystems und Bildung einer Excel-Tabelle mit den pseudoanonymisierten Patientendaten und den zu analysierenden Daten. Dieses Vorgehen wurde mit der Ethikkommission der Ludwig-Maximilian-Universität abgestimmt und erhielt eine Unbedenklichkeitsbescheinigung mit der Projektnummer 17-566.

Die Daten für die Auswertung beinhalteten unter anderem das Alter der Patienten, die Geschlechterverteilung, die Diagnose akut oder chronisch, den BMI, durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt und die durchschnittliche OP-Dauer vom Schnitt bis zum Naht-Ende. Außerdem wurden noch die folgenden Labordaten für die Auswertung zur Verfügung gestellt, die Hinweise auf die Leberfunktion, sowie -schädigung jeweils prä- und postoperativ geben: Bilirubin gesamt, GOT, GPT und Gamma-GT.

Des Weiteren wurde erhoben, ob es im Vorfeld oder nach der Operation zu anderen diagnostischen Schritten oder zu anderweitigen Interventionen gekommen war. Zu diesen gehören zum Beispiel der Einsatz eines MRCPs und ERCPs mit oder ohne Steinentfernung, Protheseneinlage und endoskopischer Papillotomie. Außerdem wurde zusätzlich analysiert, wie häufig es zu einer Konversion des laparoskopischen zum offenen Verfahren gekommen ist, sowie wie häufig eine Relaparoskopie oder eine Laparatomie im postoperativen Verlauf notwendig geworden sind.

Als letztes, aber entscheidendes Kriterium wurde das Vorkommen von Major- und Minor-Komplikationen untersucht. Hierbei wurden grundsätzlich alle vermeidbaren Komplikationen als Major-Komplikationen und unvermeidbare Komplikationen als Minor-Komplikationen behandelt. Es wurden folgende Komplikationen als Major-Komplikation gewertet: die Verletzung des Ductus choledochus und einer der hepatischen Arterien und der subsequenten Notwendigkeit einer operativen Revision.

Zu einer Minor-Komplikation zählte unter anderem: postoperativer Steinabgang mit Anstieg der Cholestase-Parameter, Nicht Revisions-bedürftige Blutung, Insuffizienz der laparoskopischen Clips und darauf zurückzuführende Blutverluste oder Gallelecks. Außerdem wurden auch eine verlangsamte Wundheilung und postoperative Entzündungen des OP-Gebiets zu den Minor-Komplikationen gezählt.

2.1.3 Datenanalyse

Diese Daten wurden in einer Excel-Tabelle gesammelt und mithilfe von IBM SPSS Statistics 24 ausgewertet.

Um festzustellen, ob eine Normalverteilung der Patientenpopulation beider Gruppen vorliegt, wurde jeweils der Kolmogorov-Smirnov-Test durchgeführt. Da in keinem Fall eine Normalverteilung vorlag, wurde für alle Analysen auf nicht-parametrische Tests zurückgegriffen.

Außerdem wurden zunächst Voranalysen durchgeführt, um sicherzustellen, dass die supervidierte und nicht-supervidierte Gruppe vergleichbar waren. Hierbei wurden das Durchschnittsalter und der BMI mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede geprüft. Ein Chi-Quadrat-Test wurde für die Überprüfung auf Unterschiede in den Häufigkeiten von durchgeführten perioperativen Untersuchungen, einer akuten oder chronischen Diagnose und auch in der Geschlechterverteilung eingesetzt.

Gegenstand der Hauptanalyse war die Untersuchung des Auftretens von Major-Komplikationen. Hierbei wurden die Patientenpopulationen mithilfe des Chi-Quadrat-Tests auf Unterschiede getestet.

Darüber hinaus wurden zusätzliche Analysen durchgeführt, um weitere potentielle Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu identifizieren. Hierbei interessierte zum Beispiel die Auswirkung auf die durchschnittliche Verweildauer der Patienten im Krankenhaus, die perioperative Entwicklung der Laborwerte und die durchschnittliche Operationsdauer, die in beiden Gruppen mit einem Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz getestet wurden.

Außerdem wurde noch auf Unterschiede in der Häufigkeit der Notwendigkeit von postoperativen Relaparoskopien oder Laparotomien und einer intraoperativen Konversion auf die offene Operationstechnik untersucht und außerdem darauf, ob in den Gruppen Unterschiede im Auftreten von Minor-Komplikationen zu beobachten waren. Diese Daten wurden mithilfe des Chi-Quadrat-Tests auf signifikante Unterschiede überprüft.

Ein Ergebnis wurde als statistisch signifikant angenommen, wenn das Signifikanzniveau $p < 0,05$ war. Dies bedeutet eine Alpha-Fehler-Wahrscheinlichkeit von höchstens 5 %.

2.2 Prospektive Analyse

In der prospektiven Analyse wurden nun Daten ausgewertet, die über die eventuelle Möglichkeit der Entwicklung einer Computersoftware Aufschluss geben sollten.

2.2.1 Patientengut

Es wurden insgesamt 50 Patienten, die nach der Einführung der Supervision im Juli 2014 cholezystektomiert worden sind in die Studie aufgenommen. Hierbei wurden nur dann intraoperative Fotos angefertigt, wenn es zu keiner intraoperativen Komplikation gekommen ist und keine intraoperative Cholangiographie durchgeführt worden ist.

2.2.2 Methodisches Vorgehen

Bei den 50 Patienten wurden intraoperativ zum Zeitpunkt der Supervision Fotos vom Operationsgebiet angefertigt. Diese Bilder wurden über die laparoskopischen Kameras mit dem System „Storz“ aufgenommen und danach anonymisiert in eine Datenbank übernommen. Präoperativ wurden diese 50 Patienten mit einem Aufklärungsbogen und Aufklärungsgespräch über das Vorhaben informiert. Auch dieses Vorgehen wurde zunächst mit der Ethikkommission der Ludwig-Maximilian-Universität abgestimmt und die Freigabe erfolgte daraufhin mit dem Aktenzeichen 687-15.

Auf Basis der anonymisiert gespeicherten Bilder wurden mit dem Programm „Gimp 2“ die Längen des Ductus cysticus und, falls vorhanden, der Arteria cystica ermittelt. Hierbei wurden die Längen des Ductus cysticus und der Arteria cystica vom Infundibulum aus bis zu der am proximalsten freipräparierten Stelle gemessen. Als Maßstab dienten laparoskopischen Clips. Da die Maße der Clips bekannt waren, konnte zuerst eine bekannte Länge des Clips ausgemessen werden, was über das Programm mittels Unterschiede in der Pixellänge zwischen zwei Abständen geschah. Danach wurde die jeweilige Länge der auszumessenden Strukturen mittels Pixel-Unterschieden ermittelt. Die reale Länge der Strukturen konnte dann proportional zu den Maßen des Clips berechnet werden.

Diese Prozedur wurde bei jeweils zwei Bildern pro Patient durchgeführt, um ein zuverlässigeres Ergebnis zu gewährleisten. Danach wurde zuerst kontrolliert, ob eine starke Abweichung zwischen den beiden Werten bestand und danach der Mittelwert bestimmt.

Insgesamt sollte überprüft werden, ob sich ein Mittelwert oder besser eine Mindestpräparationslänge aus allen Daten ermitteln lässt, in der Hoffnung, dass sich auf Grundlage der

so gewonnenen Daten eine Software entwickeln lässt, die die Supervision eventuell ersetzen kann.

2.2.3 Datenanalyse

Die Daten wurden in einer Excel-Tabelle gesammelt und mithilfe von IBM SPSS Statistics 24 ausgewertet. Hierbei wurden sowohl die Mittelwerte, als auch die Maxima und Minima der gemessenen Längen und Breiten des Ductus cysticus und der Arteria cystica gebildet. Bei diesen Analysen wurde versucht, eine Mindestpräparationslänge zu finden.

Außerdem wurde Kontakt zum Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt aufgenommen, damit dort eine Evaluation durchgeführt werden konnte, ob eine Entwicklung der angedachten Computer-Software theoretisch möglich ist. Eine Arbeitsgruppe des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt versuchte nun, mithilfe von Bildern zu bestimmen, ob es überhaupt möglich ist, für diese Operationssituation eine Software zu entwickeln, die geeignet ist, eine Major-Komplikation genauso sicher zu verhindern wie durch die menschliche intraoperative Supervision.

3. Ergebnisse

3.1 Retrospektive Analyse

3.1.1 Vorabanalysen

In den Vorabanalysen wurde analysiert, ob sich die die Patienten der beiden Gruppen mit und ohne Supervision hinsichtlich ihrer Populations-bestimmenden Variablen, nämlich

- das Durchschnittsalter,
- die Geschlechterverteilung,
- der Body-Mass-Index,
- die Diagnose, ob eine chronische oder akute Erkrankung beim Patienten vorlag und
- die Häufigkeit von perioperativ durchgeführten zusätzlichen Untersuchungen

in den beiden Gruppen mit und ohne Supervision unterschieden.

Es wurde angenommen, dass kein Unterschied zwischen den Gruppen vorlag. Für die Analysen wurde zunächst auf Normalverteilung getestet, welche laut Kolmogorov-Smirnov-Test nicht vorlag. Daher wurden alle Analysen mit nicht-parametrischen Tests durchgeführt.

3.1.1.1 Durchschnittsalter

Wie in Tabelle 1 dargestellt befand sich das Durchschnittsalter der Patienten ohne Supervision bei knapp 56 Jahren, während das durchschnittliche Alter der Patienten, bei denen eine Supervision durchgeführt worden ist, knapp 58 Jahre war.

Der Median in der supervidierten Gruppe lag bei 58 Jahren, gegenüber dem Median der nicht-supervidierten Gruppe bei 56 Jahren lag. Dies war laut Mann-Whitney-U-Test ($p = .105$) nicht signifikant unterschiedlich.

<u>Durchschnittsalter in Jahren</u>			
	Anzahl	Mittelwert	Median
Keine Supervision	500	55,62	56,00
Supervision	500	57,84	58,00

Tabelle 1: Durchschnittsalter

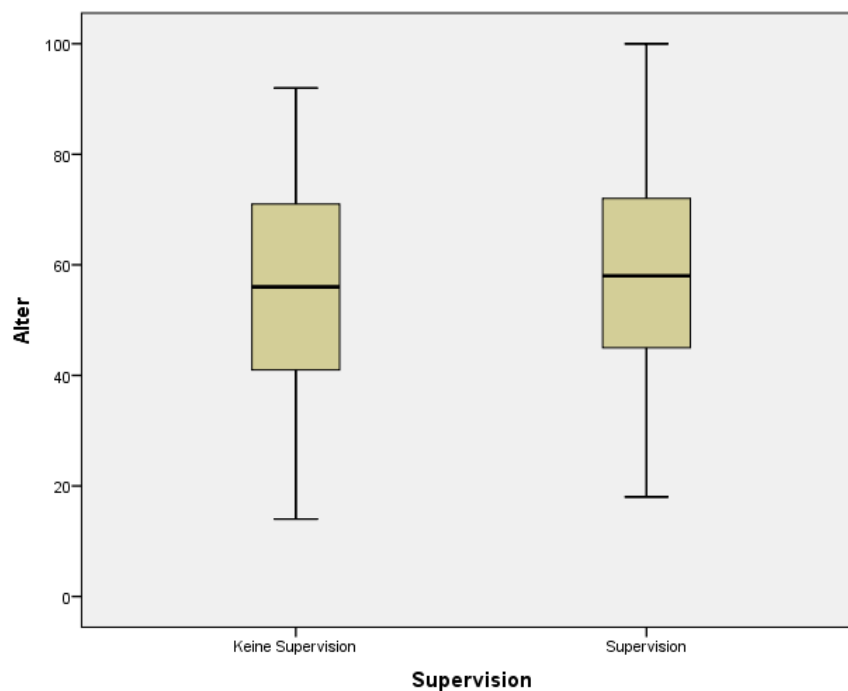


Abb. 14: Durchschnittsalter

3.1.1.2 Geschlechterverteilung

Bei der Verteilung der Geschlechter gab es kaum einen Unterschied zwischen den beiden zu untersuchenden Gruppen. Mit einem Frauenanteil von jeweils 59,0 % bei der Gruppe ohne und 59,2 % bei der Gruppe mit Supervision, wurden in beiden Gruppen mehr Frauen als Männer einer Cholezystektomie unterzogen. Dies wird in der Tabelle 2 dargestellt, ein Chi-Quadrat-Test ($p = .949$) zeigte hier keinen signifikanten Unterschied.

Geschlechterverteilung			
	Geschlecht	Anzahl	Prozent
Keine Supervision	weiblich	295	59,0
	männlich	205	41,0
Supervision	weiblich	296	59,2
	männlich	204	40,8

Tabelle 2: Geschlechterverteilung

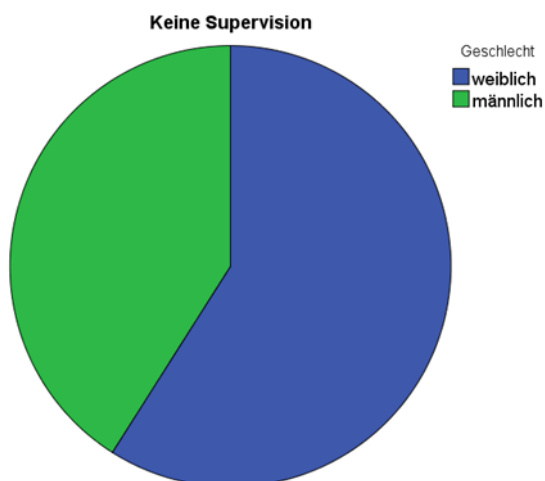


Abb. 15: Geschlechterverteilung Ohne Supervision

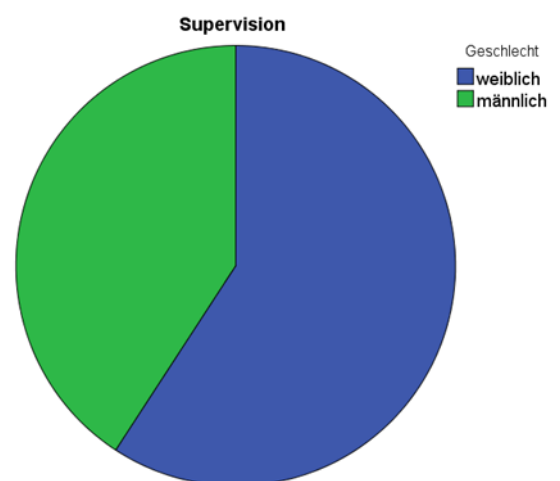


Abb. 16: Geschlechterverteilung Mit Supervision

3.1.1.3 Diagnose

Außerdem wurden die beiden Populationen daraufhin untersucht, ob es Unterschiede in der Häufigkeit von chronischen oder akuten Fällen gibt. Auch hier konnte mithilfe des Chi-Quadrat-Tests ($p = 0.849$) festgestellt werden, dass die Gruppen annähernd gleich gestaffelt waren, weil sich die Verteilung der akuten und chronischen Fälle als nahezu identisch erwies.

Wie in Tabelle 3 dargestellt waren in der Gruppe ohne Supervision 48,6 % der Patienten chronische Gallensteinträger und 51,4 % der Patienten von einer akuten Erkrankung der Gallenblase betroffen. In der supervidierten Gruppe waren 48,0 Prozent der Patienten chronisch von Gallensteinen geplagt, während 52,0 Prozent im akuten Zustand operiert worden sind.

<u>Diagnose</u>			
	Diagnose	Häufigkeit	Prozent
Keine Supervision	akut	257	51,4
	chronisch	243	48,6
Supervision	akut	260	52,0
	chronisch	240	48,0

Tabelle 3: Diagnose

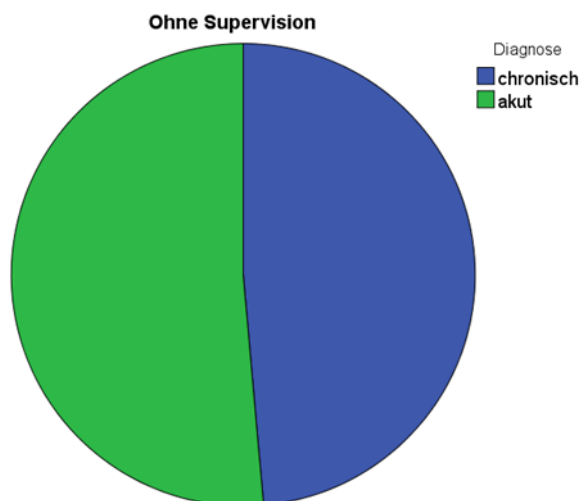


Abb. 17: Diagnose Ohne Supervision

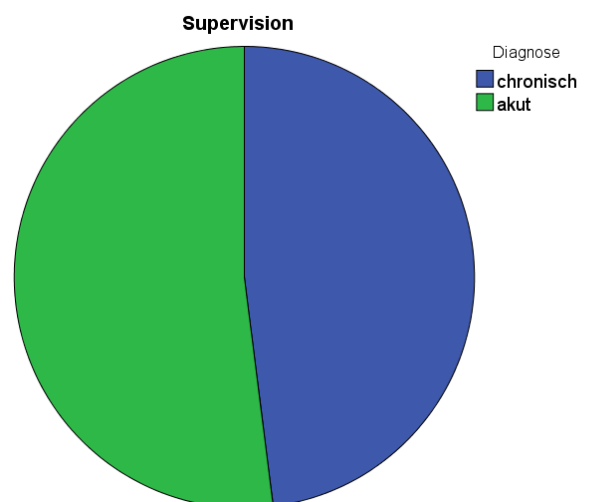


Abb. 18: Diagnose mit Supervision

3.1.1.4 Body-Mass-Index

Auch im durchschnittlichen Body-Mass-Index (BMI) unterschieden sich die beiden Gruppen nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $p = .280$). Wie in Tabelle 4 dargestellt, beträgt der Durchschnittswert bei der Gruppe ohne Supervision 28,1, während die Supervisionsgruppe einen durchschnittlichen BMI von 28,4 hatte.

Es gab aber, in beiden Gruppen, starke Ausreißer vor allem in die höheren BMI Bereiche, mit dem Maximal-BMI in der Gruppe ohne Supervision von 55,5 und in der Gruppe mit Supervision von 59,0 und auch die generelle Verteilung der Ausreißer in beiden Gruppen war fast identisch.

BMI			
	Anzahl	Mittelwert	Median
Keine Supervision	465	28,1	27,3
Supervision	460	28,4	27,8

Tabelle 4: Body-Mass-Index

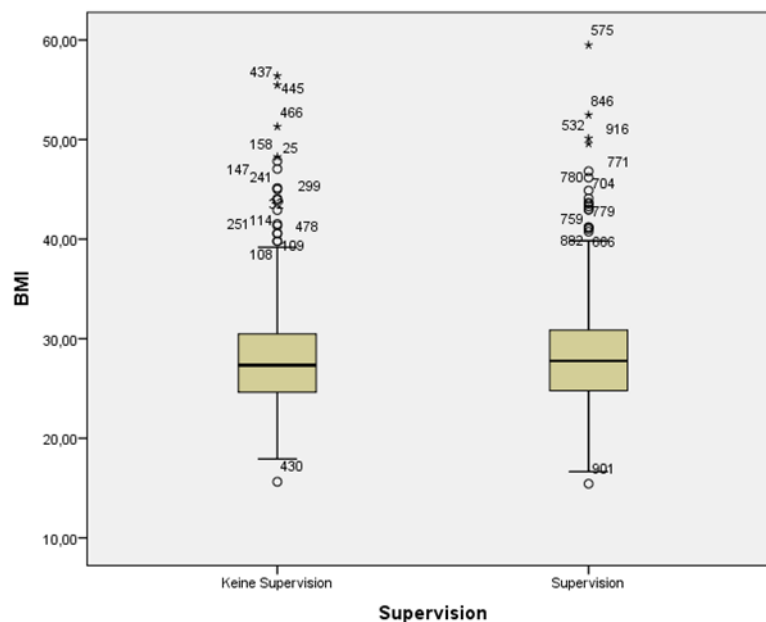


Abb.19: Body-Mass-Index

3.1.1.5 Zusätzliche Perioperative Untersuchungen

In Tabelle 5 werden die durchgeführten perioperativen Untersuchungen gezeigt. Hier sieht man, dass es in der Gruppe ohne Supervision in insgesamt 35 Fällen zu zusätzlichen Untersuchungen kam, genauer gesagt zu 20 ERCPs, 12 MRCPs und bei drei Patienten wurde beides, ERCP und MRCP durchgeführt.

Dem gegenüber wurden 48 zusätzliche Untersuchungen bei den Patienten mit Supervision durchgeführt, davon allein 32 ERCPs, 11 MRCPs, bei drei Patienten wurden beide Untersuchungsverfahren durchgeführt und bei zwei Patienten wurde intraoperativ eine direkte Cholangiographie durchgeführt. Die durchgeführten intraoperativen Cholangiographien haben in diesen beiden Fällen die intraoperative Supervision ergänzt.

Mithilfe eines Chi-Quadrat-Tests ($p = .291$) konnte gezeigt werden, dass der Unterschied zwischen der Häufigkeit der durchgeführten perioperativen Untersuchungen in beiden Gruppen nicht signifikant war.

Zusätzliche Untersuchungen			
		Keine Supervision	Supervision
Keine Untersuchungen		465	452
Untersuchungen gesamt		35	48
	<i>ERCP</i>	20	32
	<i>MRCP</i>	12	11
	<i>ERCP + MRCP</i>	3	3
	<i>Intraoperative - Cholangiographie</i>	0	2
Gesamt		500	500

Tabelle 5: Zusätzliche perioperative Untersuchungen

3.1.2 Hauptanalyse

In der Hauptanalyse wurden die Patienten der beiden Gruppen – mit und ohne Supervision – auf Unterschiede im Auftreten von Major-Komplikationen untersucht. Hierfür wurde ein Chi-Quadrat-Test angewendet, um den Unterschied auf Signifikanz zu überprüfen.

Wie in Tabelle 6 dargestellt, kam es in der nicht-supervidierten Gruppe bei sechs Patienten zu einer Major-Komplikation. Davon wurde in fünf Fällen der Ductus Choledochus geclippt oder so schwer verletzt, dass er genäht werden musste. Bei einem Patienten kam es zu einer Verwechslung der arteriellen Versorgung und demnach zu einer fälschlichen Clippung der Arteria hepatica dextra.

Aufgrund dieser Major-Komplikationen mussten drei Operationen zu einer Offenen Cholezystektomie konvertiert werden, zwei weitere wurden mittels einer laparotomischen Revision behandelt und eine weitere konnte noch im Rahmen des laparoskopischen Verfahrens saniert werden.

In der Gruppe mit Supervision konnten Major-Komplikationen jedoch vollständig vermieden werden.

Diese Unterschiede zwischen den Gruppen waren laut Chi-Quadrat-Test ($p = .029$) signifikant.

Major-Komplikation			
		Keine Supervision	Supervision
Keine Major-Komplikation		494	500
Major-Komplikation gesamt		6	0
	<i>Ductus Choledochus - Verletzung/ - Clippung</i>	5	0
	<i>Arteria Hepatica - Verletzung/ - Clippung</i>	1	0
Gesamt		500	500

Tabelle 6: Major-Komplikationen (Anmerkung: In kursiv dargelegt sind die einzelnen Entitäten der Komplikationen)

3.1.3 Zusätzliche Analysen

Ferner wurden zusätzliche Daten überprüft, die eventuelle weitere relevante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen offen legen könnten. Hierbei wurde beispielsweise untersucht, ob die Anzahl an intraoperativen Konversionen der laparoskopischen Operation zu einer offenen oder auch an postoperativen Laparotomien oder Relaparoskopien zwischen der supervidierten und nicht-supervidierten Gruppe abwich. Bei diesen beiden Parametern wurde zusätzlich vermerkt, aus welchem Grund es zu einer intraoperativen Konversion oder postoperativen Revision gekommen ist.

Außerdem interessierte noch, ob eine Differenz zwischen den beiden Gruppen bezüglich der Aufenthaltsdauer der Patienten im Krankenhaus und bezüglich der Entwicklung der Laborwerte bestand. Zuletzt war von Interesse, ob durch die eingeführte Supervision die Anzahl an Minor-Komplikationen reduziert werden konnte und ob es zu einer Zunahme der Operationsdauer gekommen ist.

3.1.3.1 Intraoperative Konversion

Zu einer intraoperativen Konversion des laparoskopischen Verfahrens zu einem Offenen kam es bei der Gruppe ohne Supervision in insgesamt 17 Fällen, wobei die Konversion bei 12 Patienten aufgrund von schlechten Sichtverhältnissen, bei zweien aufgrund von Minor-Komplikationen und bei drei Fällen aufgrund von einer Major-Komplikation angestrebt worden ist.

In der Gruppe der supervidierten Fälle kam es in nur fünf Fällen zu einer Konversion zum offenen Operationsverfahren. Hierbei entschied man sich in drei Fällen aufgrund von schlechten Sichtverhältnissen und in zwei Fällen aufgrund von Minor-Komplikationen für das Umsteigen auf die offene Cholezystektomie.

Dies wird in der nachfolgenden Tabelle 7 dargestellt. Die Notwendigkeit einer durchzuführenden Konversion unterschied sich in den beiden Gruppen signifikant laut Chi-Quadrat-Test ($p = .036$).

Konversion			
		Keine Supervision	Supervision
Keine Konversion		483	495
Konversion gesamt		17	5
	<i>Schlechte Sichtverhältnisse</i>	12	3
	<i>Minor-Komplikation</i>	2	2
	<i>Major-Komplikation</i>	3	0
Gesamt		500	500

Tabelle 7: Konversion (Anmerkung: In kursiv dargestellt sind die Ätiologien für die Konversionen)

3.1.3.2 Revision

Wie in Tabelle 8 dargelegt, entschied man sich in insgesamt vier Fällen postoperativ in der nicht supervidierten Gruppe für eine laparotomische Revision, wobei man in zwei Fällen durch das Auftreten einer Major-Komplikation dazu gezwungen war.

Auch in der supervidierten Gruppe wurde bei vier Patienten eine Revision angestrebt, wobei aber drei Fälle aufgrund von einer nicht erklärbaren Zustandsverschlechterung ohne den Befund einer Major-Komplikation relaparoskopiert worden sind und bei einem der Patienten eine Revision in Form einer Laparotomie durchgeführt werden musste. Diese Laparotomie wurde wegen einer Verletzung des Darmes, die am ehesten beim Einbringen des Trokars entstanden ist, ausgeführt.

Diese Werte unterschieden sich laut Chi-Quadrat-Test ($p = .149$) nicht signifikant.

Revision			
		Keine Supervision	Supervision
Keine Revision		496	496
Revision gesamt		4	4
	<i>Relaparoskopie</i>	0	3
	<i>Laparotomie</i>	2	1
	<i>Laparotomie wg. Major-Komplikation</i>	2	0
Gesamt		500	500

Tabelle 8: Revision (Anmerkung: In kursiv dargestellt sind die unterschiedlichen Formen der Revision)

3.1.3.3 Aufenthaltsdauer in Tagen

Auch bei der Gesamt-Aufenthaltsdauer der Patienten gibt es kaum Unterschiede zwischen Patienten, die supervidiert worden sind oder nicht, wie in Tabelle 9 ersichtlich. Die mittlere Verweildauer bei Patienten vor der Einführung der Supervision betrug 4,9 Tage, während Patienten, bei denen eine Supervision erfolgt ist, im Mittel 4,5 Tage im Krankenhaus verweilten.

Es gab auch hier einige Ausreißer, die aber zumeist dadurch erklärt werden können, dass diese Patienten an zusätzlichen Erkrankungen litten und deshalb die Aufenthaltsdauer nicht auf die Cholezystektomie zurückzuführen ist.

Durch einen Mann-Whitney-U-Test ($p = .583$) konnte gezeigt werden, dass sich die Aufenthaltsdauer der Patienten in den beiden Gruppen nicht signifikant unterschied.

Aufenthaltsdauer in Tagen		
	Anzahl	Mittelwert
Keine Supervision	500	4,9
Supervision	500	4,5

Tabelle 9: Aufenthaltsdauer

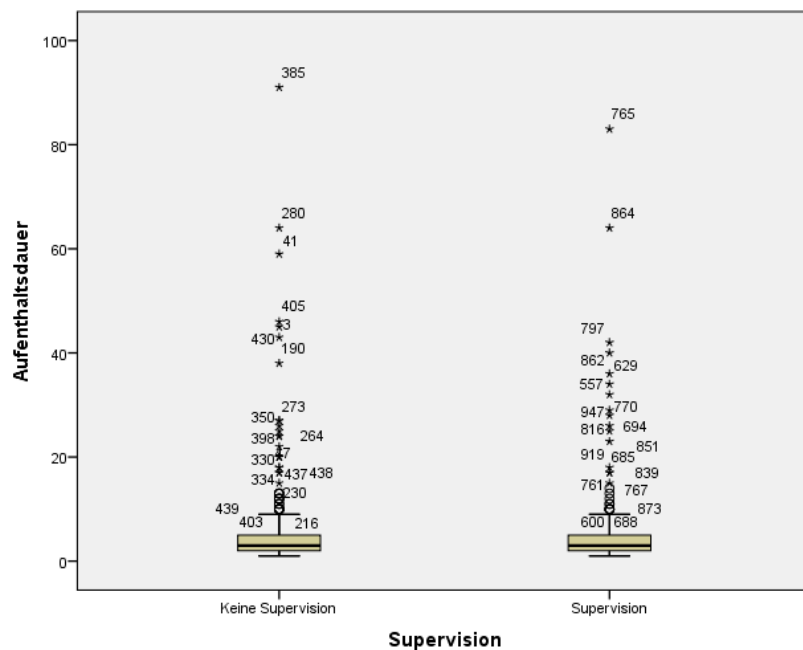


Abb. 20: Aufenthaltsdauer

3.1.3.4 Laborwerte

Bei den Laborwerten haben sich ebenso kaum Unterschiede gezeigt, wie in Tabellen 10 und 11 dargestellt. Alle Laborwerte werden zumeist im klinischen Alltag ausgewertet, um die Leberfunktion zu beurteilen oder etwaige Schädigungen festzustellen.

Die Leberwerte GOT und GPT waren bei beiden Gruppen nach der Cholezystektomie leicht erhöht, während der Bilirubin-Wert nur geringfügig angestiegen oder abgefallen ist. Das GammaGT präsentiert sich in der Supervisions-Gruppe im Vergleich zum präoperativen Wert leicht erniedrigt und in der Gruppe ohne Supervision postoperativ nur minimal erhöht.

Hierbei zeigte sich nach Durchführung eines Mann-Whitney-U-Tests, dass präoperativ die Werte des Bilirubin und des Gamma-GTs signifikant unterschiedlich waren (Bilirubin: $p = .035$; Gamma-GT: $p = .024$), während sich die GOT und GPT-Werte nicht unterschieden (GOT: $p = .307$; GPT: $p = .082$).

Postoperativ war nur mehr der Bilirubin-Wert laut Mann-Whitney-U-Test zwischen den beiden Gruppen signifikant unterschiedlich ($p = .001$), während die anderen Werte keinen Unterschied aufwiesen (GOT: $p = .554$; GPT: $p = .944$; Gamma-GT: $p = .551$).

Dies zeigt, dass es nur beim Wert des Gamma-GTs zu einer anderen Entwicklung zwischen den beiden Gruppen kam, da dieser Wert in der supervidierten Gruppe präoperativ signifikant höher war und sich postoperativ dem der nicht-supervidierten Gruppe annähert hatte.

Laborwerte präoperativ				
		Anzahl	Mittelwert	Normwert
Bilirubin gesamt				< 1,1
	<i>Keine Supervision</i>	412	0,99	
	<i>Supervision</i>	405	1,13	
GOT				< 50
	<i>Keine Supervision</i>	413	59,81	
	<i>Supervision</i>	406	68,39	
GPT				< 50
	<i>Keine Supervision</i>	426	68,37	
	<i>Supervision</i>	421	75,56	
Gamma-GT				< 66
	<i>Keine Supervision</i>	433	105,93	
	<i>Supervision</i>	422	136,39	

Tabelle 10: Laborwerte präoperativ

Laborwerte postoperativ				
		Anzahl	Mittelwert	Normwert
Bilirubin gesamt				< 1,1
	<i>Keine Supervision</i>	486	1,02	
	<i>Supervision</i>	497	1,08	
GOT				< 50
	<i>Keine Supervision</i>	474	68,96	
	<i>Supervision</i>	477	94,61	
GPT				< 50
	<i>Keine Supervision</i>	476	83,64	
	<i>Supervision</i>	478	96,82	
Gamma-GT				< 66
	<i>Keine Supervision</i>	476	109,21	
	<i>Supervision</i>	477	125,29	

Tabelle 11: Laborwerte postoperativ

3.1.3.5 Operationsdauer

In der Operationsdauer zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den supervidierten und den nicht supervidierten Patienten, wie in Tabelle 12 widergegeben.

Durchschnittlich hat eine Cholezystektomie mit Supervision ungefähr fünf Minuten länger gedauert als die Operationen vor der Einführung der Supervision. Eine nicht supervidierte Cholezystektomie hat im Mittel 61,9 Minuten, die supervidierte Operation durchschnittlich 66,5 Minuten gedauert.

Ein Mann-Whitney-U-Test ergab, dass diese Werte signifikant unterschiedlich waren ($p = .001$).

Operationsdauer in Minuten				
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Maximum
Keine Supervision	500	61,9	25	266
Supervision	500	66,5	27	236

Tabelle 12: Operationsdauer in Minuten

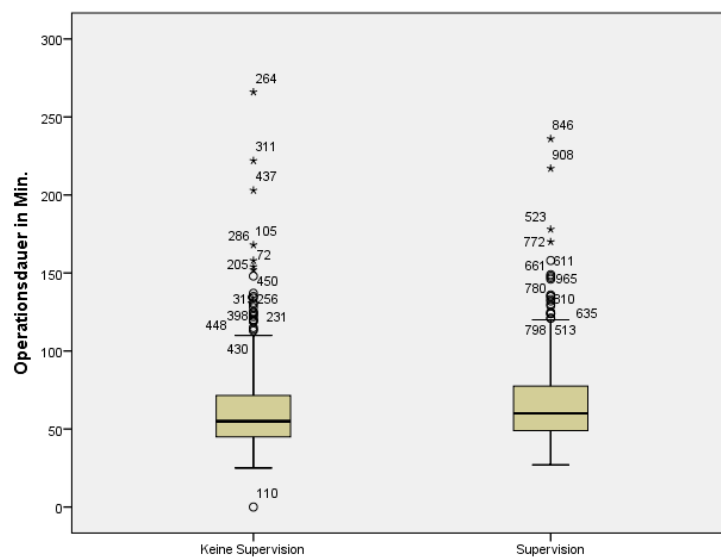


Abb. 21: Operationsdauer in Min.

3.1.3.6 Minor-Komplikationen

Wie in Tabelle 13 dargestellt, kam es in der Gruppe ohne Supervision zu 29 Minor-Komplikationen, wobei in neun Fällen ein postoperativer Steinabgang, in acht Fällen eine nicht hämodynamisch wirksame Blutung, in fünf Fällen eine Wundheilungsstörung, in einem Fall ein postoperativer Abszess im Operationsgebiet und in zwei Fällen eine Cysticusstumpfsuffizienz vorlag.

In der supervidierten Gruppe kam es bei insgesamt 24 Patienten zu einer Minor-Komplikation. Hierunter waren 14 Steinabgänge, drei perioperative, nicht hämodynamisch wirksame Blutungen und eine Wundheilungsstörung. Außerdem kam es in drei Fällen zu postoperativen Abszessen im Operationsgebiet, in einem Fall zu einer Cysticusstumpfsuffizienz und in zwei Fällen zu einer intraoperativen Darmläsion.

Ein Chi-Quadrat-Test belegte, dass das Auftreten von Minor-Komplikationen in den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich war ($p = .179$).

Minor-Komplikationen			
		Keine Supervision	Supervision
Keine Minor-Komplikation		475	476
Minor-Komplikationen gesamt		25	24
	<i>Steinabgang</i>	9	14
	<i>Nachblutung;</i>	8	3
	<i>Nicht-Hb-wirksamer Blutverlust</i>		
	<i>Wundheilungsstörung</i>	5	1
	<i>Abszess/ Biliom</i>	1	3
	<i>Cysticusstumpfsuffizienz</i>	2	1
	<i>Verletzung anderer</i>	0	2
	<i>Organe</i>		
Gesamt		500	500

Tabelle 13: Minor-Komplikationen (Anmerkung: In kursiv dargestellt sind die unterschiedlichen Ursachen einer Minor-Komplikation)

3.2 Prospektive Analyse

Bei den 50 zu untersuchenden Patienten sind keine Major- oder Minor-Komplikationen aufgetreten. In allen 50 Bildern konnte der Ductus cysticus zweifelsfrei identifiziert und ausgemessen werden, während die Arteria cystica in nur 34 der Bilder noch vorhanden und auszumessen war. Im Folgenden werden der Ductus cysticus und die Arteria cystica durch deskriptive Analysen beschrieben.

3.2.1 Länge Ductus cysticus

Die durchschnittliche Länge des Ductus cysticus bei den 50 Probanden betrug 1,45 cm, wobei der kürzeste nur 0,93 cm und der längste 2,17 cm lang war. Der Median der 50 Längen-Messungen beträgt ebenso 1,45 cm, was zeigt, dass 50 % der Messungen ober und unterhalb des Mittelwerts gelegen haben. In Tabelle 14 werden die relevanten Messwerte des Ductus cysticus dargestellt.

Ductus cysticus- Länge in cm				
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Maximum
Gültige Messungen	50	1,45	0,93	2,17

Tabelle 14: Länge Ductus cysticus

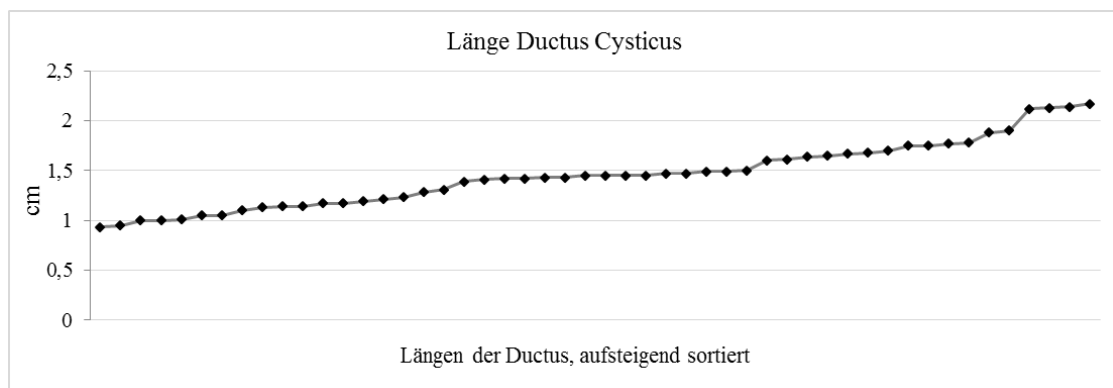


Abb. 22: Länge Ductus cysticus

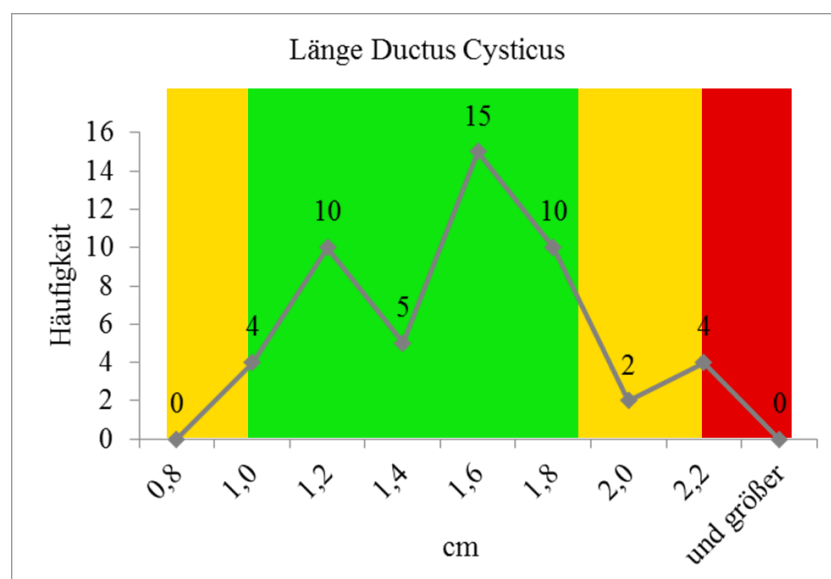


Abb. 23: Verteilung Länge Ductus cysticus (Farblich unterlegt: Risiko für Verletzungen)

3.2.2 Breite Ductus cysticus

Während es große Schwankungen in der Breite des Ductus cysticus gab, mit einer Minimalbreite von 0,16 cm und einer Maximalbreite von 1,15 cm, beträgt die Breite des Ductus cysticus durchschnittlich 0,37 cm. Hier liegt der Median bei 0,32 cm, was zeigt, dass es mehr Messungen im niedrigeren Bereich und vereinzelte breitere Ductus cystici gab, die den Mittelwert angehoben haben. Dies wird in Tabelle 15 widergegeben.

Ductus cysticus- Breite in cm				
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Maximum
Gültige Messungen	50	0,37	0,16	1,15

Tabelle 15: Breite Ductus cysticus

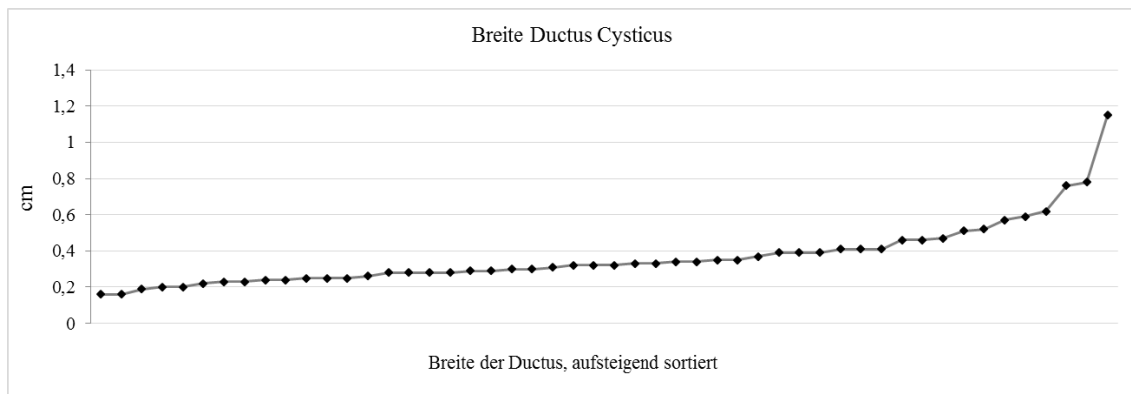


Abb. 24: Breite Ductus cysticus

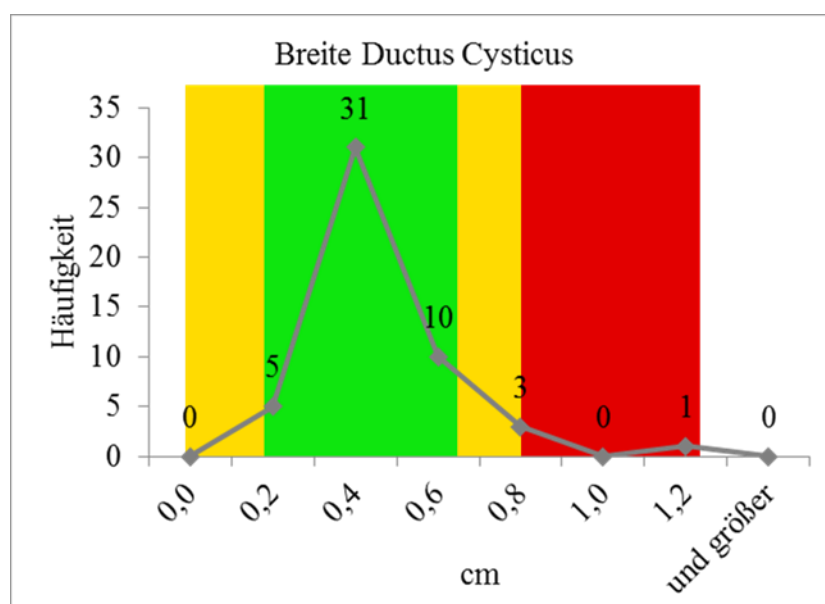


Abb. 25: Verteilung Breite Ductus cysticus (Farblich unterlegt: Risiko für Verletzungen)

3.2.3 Länge Arteria cystica

Wie Tabelle 16 zeigt, war die Arteria cystica mit 1,03 cm im Durchschnitt etwas kürzer als der Ductus, dennoch gab es auch bei der Arteria cystica mit einem Maximalwert von 1,89 cm und einem Minimalwert von 0,59 cm eine relativ große Spannweite der Ergebnisse. Dennoch liegt der Median bei 1,01 cm, was suggeriert, dass die Verteilung der Ergebnisse, ähnlich wie bei der Länge des Ductus, mit dem Mittelwert übereinstimmt.

Arteria cystica- Länge in cm				
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Maximum
Gültige Messungen	34	1,03	0,59	1,89

Tabelle 16: Länge Arteria cystica

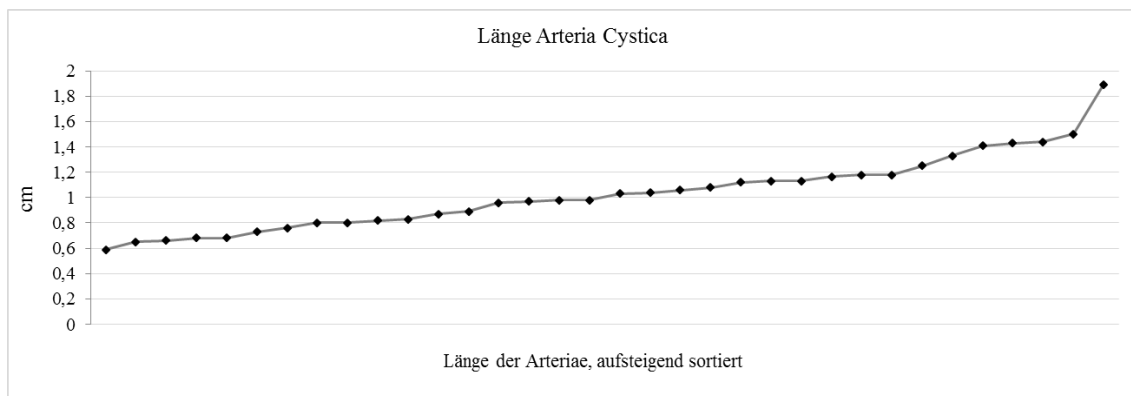


Abb. 26: Länge Arteria cystica

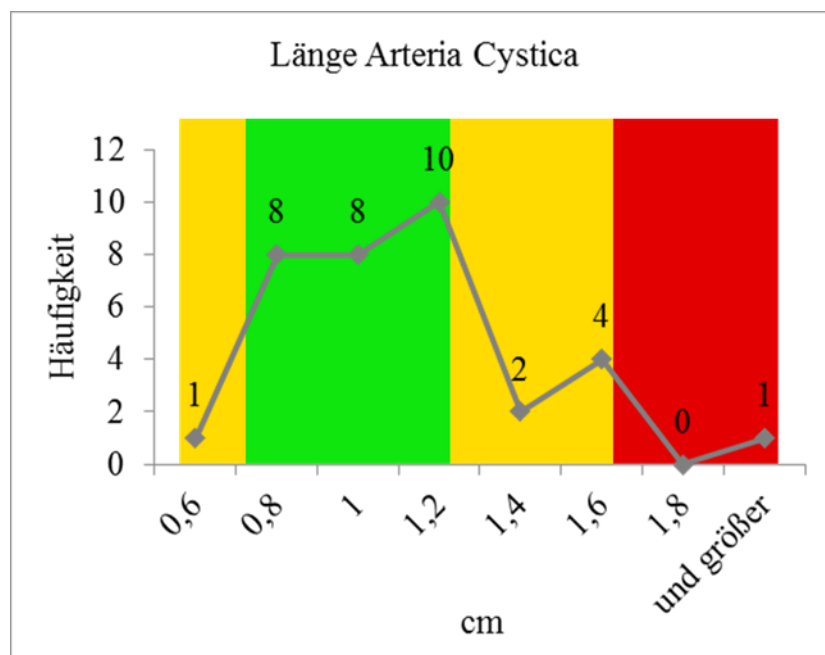


Abb. 27: Verteilung Länge Arteria cystica (Farblich unterlegt: Risiko für Verletzungen)

3.2.4 Breite Arteria cystica

Die Werte der Breite der Arteria cystica sind gleichermaßen etwas kleiner als die des Ductus cysticus, wie in Tabelle 17 dargestellt. Bei diesen Werten kam es zu den geringsten Schwankungen von allen Messungen, da die dünnste Arteria cystica 0,09 cm und die dickste 0,29 cm breit waren. Der Durchschnitts-Wert für die Breite beträgt 0,18 cm, ebenso wie der Median, es war also auch hier eine gute Übereinstimmung des Mittelwerts mit dem Median vorhanden.

Arteria cystica- Breite in cm				
	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Maximum
Gültige Messungen	34	0,18	0,09	0,29

Tabelle 17: Breite Arteria cystica

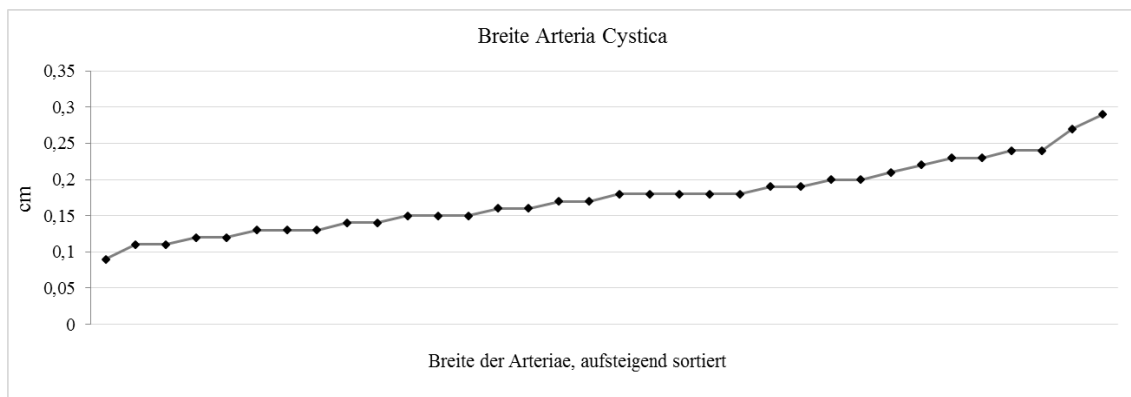


Abb. 28: Breite Arteria cystica

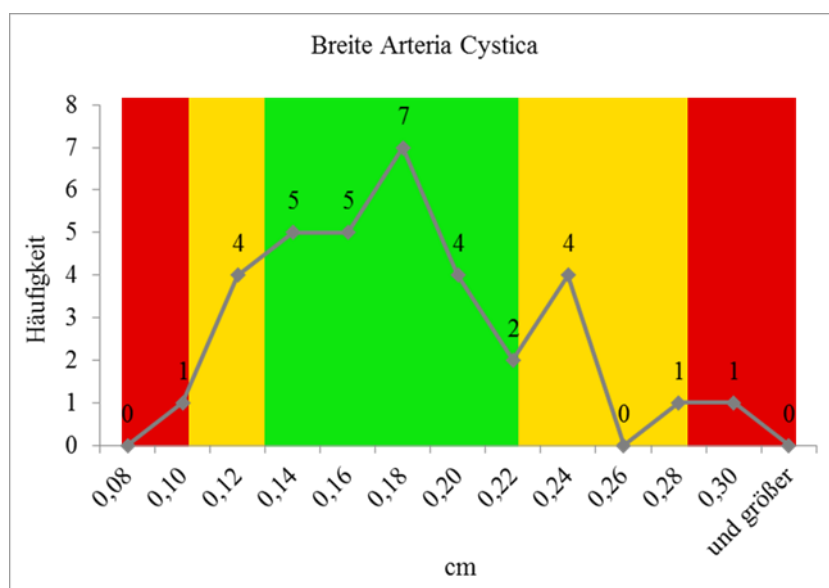


Abb. 29: Verteilung Breite Arteria cystica (Farblich unterlegt: Risiko für Verletzungen)

4. Diskussion

Die Zielsetzung dieser Studie war es festzustellen, ob die Patientensicherheit durch die neu eingeführte Supervision verbessert wird und ob Major-Komplikationen vermieden werden konnten. Außerdem sollte überprüft werden, ob das Bestimmen einer Mindestpräparationslänge und –Breite des Ductus cysticus und der Arteria cystica für die Entwicklung einer „Supervisions-Software“ suffizient sind.

Wie schon zuvor beschrieben, wird das Konzept der Supervision in vielen anderen Fachbereichen routinemäßig als Kontrolle eingesetzt. Im Falle der Durchführung einer intraoperativen Supervision bei laparoskopischen Cholezystektomien im HELIOS Amper-Klinikum Dachau sollte nicht nur eine gewisse Kontrolle erreicht werden, sondern viel mehr die Sicherheit der operierten Patienten erhöht werden.

Doch auch wenn dieses Konzept etwas mehr Kontrolle über den Operationsverlauf bietet, ist dies nicht der einzige Grund für den Einsatz der Supervision. Es sollen Komplikationen verhindert werden und dies kann am besten geschehen, wenn die Beteiligten sich untereinander austauschen und ein Klima von Offenheit besteht.

Immer wieder wird moniert, dass eben dieser offene Austausch nicht stattfinden könne, da sich Ärzte oft nicht wohl fühlen, ihre Probleme oder Sorgen zu besprechen [91]. Bis heute sehen sich Mediziner selbst in der schwierigen Situation, keine Fehler machen zu dürfen, auch wenn dies gar nicht möglich ist [16].

Durch die Einführung der Supervision in Dachau ist aber ein neues Arbeitsklima entstanden. Ärzte sprechen offen mit ihren Kollegen über die Operationssituation und können oder „müssen“ dabei sogar, falls nötig, eben auch einen diensthöheren Arzt darauf hinweisen, wenn dieser einen Fehler begangen hat.

Die Supervision soll aber nicht nur den Ärzten eine gewisse Sicherheit bieten, sondern, und zwar ganz besonders die Patientensicherheit erhöhen. Durch die wiederholte Kontrolle kann eine eventuelle Komplikation vermieden werden. Der einzelne Patient kann davon stark profitieren.

4.1 Retrospektiver Studienteil

Die grundsätzliche Zielsetzung der Arbeit war nun, herauszufinden, ob die im Sommer 2014 HELIOS Amper-Klinikum neu eingeführte Supervision zu einer Minimierung der Inzidenz von Major-Komplikationen geführt hat. Hierbei soll aber auch darauf eingegangen werden, ob eine Major-Komplikation wirklich vollends durch die Supervision verhindert werden kann.

Außerdem ist es auch interessant, zu betrachten, ob es eventuell irgendwelche anderen Faktoren gab, die zu einer Verbesserung oder Verschlechterung der Operationsergebnisse geführt haben könnten. Zusätzlich sollen aber ebenso potentiell negative Faktoren beachtet werden, die erst durch die Supervision zustande kommen. Hier interessiert insbesondere die verlängerte Operationsdauer, da durch das Herbeiholen eines weiteren Operateurs der normale Operationsablauf stark verzögert werden kann.

Zunächst sollte aber das Augenmerk auf die beiden Gruppen gerichtet werden, die jeweils aus 500 Patienten mit und 500 Patienten ohne Supervision bestehen.

Die populationsbestimmenden Variablen haben gezeigt, dass die beiden Gruppen sehr gut vergleichbar sind. Beide haben einen fast identischen Altersdurchschnitt, eine quasi gleiche Verteilung der Geschlechter und der BMI unterschied sich nur minimal 0,3 (BMI mit Supervision: 28,4; BMI ohne Supervision: 28,1). Außerdem kam es bei beiden Gruppen etwas häufiger zu akut notwendigen Operationen, im Vergleich zu den elektiven, bei chronischen Steinträgern durchgeführten Operationen.

Die populationsbestimmenden Variablen bestätigen die Annahme, dass vor allem Frauen, die über 40 und übergewichtig sind, den Hauptteil der Betroffenen ausmachen [44, 49]. Der Altersdurchschnitt von knapp 56 und knapp 58 Jahren entspricht dem klassischen, in der Literatur diskutierten Profil von Gallensteinträgern [49, 82]. Die Verteilung der Geschlechter, die zeigt, dass in beiden Gruppen mit knapp 60 % etwa 1,5 Mal mehr Frauen eine Cholezystektomie benötigten als Männer, ist ebenso mit den in der Literatur beobachteten Verteilungen übereinstimmend [49, 50].

Der durchschnittliche BMI ist ebenso in beiden Gruppen mit guten 28 wie erwartet etwas höher als das Normalgewicht. Zwar ist dieser Wert schon in der Präadipositas, da der Median aber bei ca. 27 liegt und damit anzeigt, dass mehr als 50 % der Messungen unter diesen 28 lagen, kann man jedoch diskutieren, ob der Großteil der Patienten eher in der Region der Normalgewichtigen lag. Dennoch kann man in dem Box-Plot sehr genau erkennen, dass es sehr viel mehr Ausreißer in die höheren als die niedrigeren BMI-Werte

gab, was zeigt, dass zwar der Großteil der Patienten nicht stark übergewichtig ist, aber eben die Tendenz zum starken Übergewicht vorhanden ist. Auch der erhöhte BMI ist ausführlich in der Literatur, unter anderem von Stinton et al., als Risikofaktor für Gallensteinerkrankungen besprochen worden [49, 82].

Die Tatsache, dass es mit 51,4 % einerseits und 52 % andererseits zu mehr Operationen an akut erkrankten Patienten gekommen ist, legt nahe, dass die letzte Leitlinie und aktuelle Forschungsergebnisse beachtet worden sind [46, 50, 73, 81]. Demnach wurde nicht mehr lange zugewartet oder konservativ behandelt, sondern es wurden noch akut entzündete Gallenblasen operiert. Die Operation an akut entzündeten Gallenblasen ist zwar technisch durchaus anspruchsvoll, dennoch scheint es mit einem um ca. fünf Tage kürzeren Krankenhausaufenthalt einen großen Benefit für den Patienten zu geben [48, 50].

Ein weiterer Faktor, der untersucht werden sollte, ist, ob die intraoperative Supervision zu einer Verkürzung der Dauer des Krankenhausaufenthalts geführt hat. Wie schon zuvor berichtet gab es hier kaum einen Unterschied, da die Aufenthaltsdauer im Durchschnitt um 0,4 Tage variierte, was keine signifikante Differenz aufzeigte. Dies belegt, dass der Einsatz der Supervision die Länge des Krankenhausaufenthaltes effektiv nicht verändert hat. Dies mag aber insbesondere daran liegen, dass sich die Standards des Krankenhauses selbst, inklusive des Patientenmanagements nicht verändert haben.

Außerdem sollte bestimmt werden, ob sich die Entwicklung der Laborwerte der Patienten danach unterschieden hat, ob eine Supervision durchgeführt worden ist oder nicht. Grundsätzlich war hier zwar kein Unterschied zu erwarten, da sich die Methodik der Cholezystektomie im HELIOS Amper-Klinikum Dachau außer durch die neu eingeführte Supervision nicht verändert hat. Es hat sich aber, wie zuvor erwähnt, im perioperativen Verlauf ein Unterschied bei der Entwicklung des Gamma-GTs gezeigt, während sich die anderen Laborwerte weiterhin nicht signifikant unterschiedlich entwickelten. Es bleibt also problematisch, eine valide Aussage zu treffen. Leider wurden insgesamt und vor allem bezogen auf die präoperativen Zustände zu wenige Laborwerte dokumentiert, so dass eine generelle Aussage zu den Werten stark erschwert ist.

In der Gruppe ohne Supervision wurden perioperativ 35 zusätzliche Untersuchungen durchgeführt und es kam in 17 Fällen zu einer Konversion zum offenen Verfahren. In drei von diesen Fällen wurden die Operateure wegen einer Major-Komplikation dazu gezwungen. Außerdem war bei vier Patienten eine postoperative Laparotomie notwendig, die in zwei Fällen aufgrund einer Major-Komplikation durchgeführt werden musste.

Dem gegenüber wurden bei den Patienten mit Supervision perioperativ insgesamt 46 zusätzliche Untersuchungen durchgeführt, davon zwei Mal eine intraoperative Cholangiographie. In dieser Gruppe musste die laparoskopische Operationstechnik nur fünf Mal zum konventionellen konvertiert werden, wobei diese Konversionen aufgrund von schlechten Sichtverhältnissen geschah. Die einzige postoperative laparotomische Revision musste bei einem Patienten durchgeführt werden, bei dem es postoperativ zu einer Zustandsverschlechterung ohne Zusammenhang von Major- oder Minor-Komplikationen gekommen ist. In drei weiteren Fällen musste eine Relaparoskopie erfolgen, jedoch ebenso ohne vorheriges Eintreten einer Major-Komplikation.

Die Konversionsrate von 3,4 % bei der Gruppe ohne Supervision und von 1 % bei der Gruppe mit Supervision ist alleinstehend schon ein Zeichen für die hohe Kompetenz der Chirurgen im Klinikum Dachau. In anderen Studien kommt es zu Konversionsraten von 2,1 [13] – 11,5 % [80], was zeigt, dass 3,4 % schon ein ansehnlicher Wert ist [2, 8, 81]. Eine Konversionsrate von 1 %, ohne dass eine Major-Komplikation eingetreten ist, ist jedoch sehr beachtlich.

Man könnte nun eventuell argumentieren, dass die vermehrten perioperativen Untersuchungen (wie beispielsweise die zwei intraoperativen Cholangiographien) die Konversion in einigen Fällen verhindert haben könnten. Dennoch suggeriert die hohe Zahl an vermiedenen Konversionen, dass diese durch etwas anderes verhindert werden konnten, gerade weil sie vor allem bei schlechten Sichtverhältnissen angestrebt werden sollten. Eine Überlegung könnte sein, dass Chirurgen relativ ehrgeizig sind und durch das Wissen über die baldige Supervision motiviert sind, während der Operation für bessere Sichtverhältnisse zu sorgen, damit eine Konversion nicht notwendig wird. Die Anzahl an vermiedenen Konversionen legt es aber in jedem Falle nahe, dass entweder die Präparation sorgfältiger durchgeführt worden ist oder im Ernstfall ein weiterer, unabhängiger Viszeralchirurg hinzugerufen wurde und damit nach seiner unvoreingenommenen Meinung gefragt werden konnte. Durch dieses Hinzurufen konnte eine gemeinsame Entscheidung gefällt werden, die die Sicherheit des Patienten garantierte.

Dieses Eingestehen der Grenzen des eigenen Könnens oder eben auch manchmal das Eingestehen des eigenen Zweifels, ist in der Praxis bei Chirurgen noch immer nicht so vorhanden wie es eigentlich sein sollte [16]. Bis heute ist die Medizin eine Praxis, bei der die Behandelnden davon ausgehen, dass sie keine Fehler machen dürfen [91]. So trauen sich einige Chirurgen nicht, sich einzugestehen, dass auch sie sich unsicher sein können und gerne eine zweite Meinung hätten, wodurch Fehler vermieden werden könnten.

Im Klinikum Dachau wurde durch die Einführung der Supervision als Routine-Maßnahme die Möglichkeit geschaffen, ohne Konsequenzen um Hilfe zu bitten oder zumindest eine zweite Meinung zu erfragen.

4.1.1 Operationsdauer

Eine der wichtigsten Fragen, die sich bei Betrachtung der Durchführung der Supervision stellt, ist die Folgende: Nimmt die Cholezystektomie mit Supervision signifikant mehr Zeit in Anspruch als die Nicht-Supervidierte?

Grundsätzlich wird die Zeitmessung beim Hautschnitt gestartet und in dem Moment gestoppt, in dem die letzte Naht erfolgt ist. In der Literatur wird die durchschnittliche Dauer einer Cholezystektomie zwischen 50 und 70 Minuten angegeben und in einer Studie von Gurgenidze et al. wurde eine mittlere Operationsdauer von ca. 76 Minuten ermittelt [39, 44, 54]. Somit ist die Operationsdauer von Cholezystektomien im HELIOS Amper-Klinikum Dachau sowohl in der supervidierten, als auch in der nicht-supervidierten Gruppe mit jeweils 66,5 Minuten und 61,9 Minuten mit den in der Literatur festgestellten Werten vergleichbar.

Nun muss aber auch bedacht werden, dass in der gesamten Beobachtungszeit Cholezystektomien häufig im Verfahren der Single-Incision-Technik, genauer gesagt der schon zuvor erwähnten TULCs (Total-Umbilical-Laparoscopic-Cholecystectomy) durchgeführt worden sind. Auch wenn in der Studie von Petridis et al. konstatiert worden ist, dass die Operationsdauer bei dieser Operationstechnik im Schnitt nur 48 Minuten betrug [70], muss berücksichtigt werden, dass die in der Studie von Petridis betrachteten TULCs nur durch den Chefarzt der chirurgischen Abteilung, Herrn Professor Rau durchgeführt worden sind. In der Beobachtungszeit dieser Arbeit jedoch, wurden auch TULCs von in dieser Technik unerfahreneren Chirurgen durchgeführt. Die eventuell noch ungewohnten Operationsschritte könnten im Gesamten zu einer Verlängerung der durchschnittlichen Operationsdauer geführt haben.

In jedem Falle musste aber generell davon ausgegangen werden, dass das Hinzuholen eines viszeralchirurgischen Facharztes zu einer Verlängerung der Operationsdauer führen würde. Dies wird in den Ergebnissen auch belegt, da die supervidierten Operationen im Schnitt ca. fünf Minuten länger gedauert haben als die Nicht-Supervidierten. Dieser Unterschied zwischen den beiden Gruppen war signifikant, was zeigt, dass es sich nicht mehr nur um „normale“ Fluktuationen im Operationsbetrieb handeln kann, auch wenn man meinen könnte, dass fünf Minuten länger insgesamt kein großer Unterschied ist.

Ein Grund für die Verlängerung der durchschnittlichen Operationsdauer könnte aber nicht nur sein, dass ein weiterer viszeralchirurgischer Facharzt hinzugeholt werden musste. Im Besonderen könnte auch die zusätzliche Präparationsarbeit dazu geführt haben, die nicht nur im Vorfeld der Supervision, sondern regelhaft auch nach der durchgeführten Supervision zur Ausbesserung der bisherigen Präparation durchgeführt worden ist.

Da jede Operationsminute jedoch knappe 17 Euro an zusätzlichen Kosten bringt [90], sollten diese fünf Minuten keinesfalls als irrelevant abgestempelt werden. Wenn man nun eine theoretische Rechnung aufstellt, kommt man doch auf recht erstaunliche Zahlen: falls jede Cholezystektomie fünf Minuten länger dauert, kommen ca. 85 Euro pro Operation auf das Krankenhaus zu. Im Klinikum Dachau werden ungefähr 300 Cholezystektomien im Jahr durchgeführt, was in einer jährlichen Zusatzbelastung von immerhin 25 500 Euro resultiert. Dies ist eine Summe, die nicht ignoriert werden sollte, da sie auf lange Sicht finanziell sehr ins Gewicht fallen kann.

Dennoch sollte jede Summe in Kauf genommen werden, um Major-Komplikation und die darauffolgenden Konsequenzen für den betroffenen Patienten zu verhindern. Nicht nur für den Patienten sind die Folgen verheerend, denn die Kosten, die auf ein Krankenhaus und damit deren Kostenträger aufgrund einer Major-Komplikation zukommen, sind ebenso immens. Nach dem Vorkommen einer Major-Komplikation kann es zu bis zu 6 Jahren an Folge-Untersuchungen kommen, welche insgesamt auch hohe Kosten nach sich ziehen können [28].

Außerdem muss bei jeder eingetretenen Major-Komplikation teilweise mit mehrfachen operativen Revisionen gerechnet werden. Zusammengerechnet ergeben die fünf Minuten zusätzliche Operationsdauer im Jahr insgesamt ca. 25 Stunden. Falls eine hepatobiliäre Anastomose oder eine Leberteilresektion durchgeführt werden muss, kommt es mitunter zu langen Operationsdauern, da diese Operationen technisch höchst anspruchsvoll sind. Bei einer Leberteilresektion muss man sich beispielsweise mit einer Operationsdauer von drei bis sieben Stunden rechnen.

Die zuvor genannten 25 Stunden dürften also mit sehr wenigen Major-Komplikationen erreicht werden, da zumeist eine einzige Revision bei einer schwerwiegenden Komplikation nicht ausreicht. Demnach ist die Durchführung einer intraoperativen Supervision insgesamt kosteneffizient.

4.1.2 Auftreten von Minor-Komplikationen

Das Auftreten von Minor-Komplikationen unterscheidet sich in beiden Gruppen kaum. Dies entspricht den Erwartungen vor der Studie, da das Auftreten von Minor-Komplikationen durch einen Supervisor generell kaum verhindert werden kann.

Selbst ein Supervisor kann einen postoperativen Steinabgang nicht verhindern, genauso wie er eine intraoperative Blutung, die während der Präparation des Calot'schen Dreiecks eintritt, nicht direkt abwenden kann. Auch eine Wundheilungsstörung oder die Verletzung anderer Organe, die zumeist beim Setzen der Trokare eintritt, kann leider nicht durch eine Supervision vermieden werden.

Der Grund dafür ist, dass der Supervisor erst hinzugerufen wird, wenn die zu kappenden Zielstrukturen freigelegt worden sind. Während der zuvor ablaufenden Präparation sind die Operateure immer noch auf sich allein gestellt. Auch nach dem Kappen der Strukturen und während des endgültigen Entfernens der Gallenblase steht der Supervisor nicht mehr zur Verfügung. Die Supervision wurde einzig dafür eingerichtet, um Major-Komplikationen zu verhindern, oder genauer gesagt die Verwechslung von Zielstrukturen zu unterbinden.

Dennoch kam es in der Gruppe mit Supervision zu etwas weniger Minor-Komplikationen, insbesondere zu weniger Komplikationen, die im Rahmen der Präparation auftreten. Dies kann aber eventuell trotzdem auf die Supervision zurückgeführt werden, da der an der Präparation arbeitende Operateur im Hinterkopf hat, dass die Supervision noch folgt und auch sein Präparationsergebnis genauestens beurteilt wird. Dadurch gibt sich der Operateur vielleicht etwas mehr Mühe, als er sich sonst ohne spätere Kontrolle gegeben hätte.

Während es insgesamt in der nicht-supervidierten Gruppe zu 29 Minor-Komplikationen kam, wurden in der supervidierten Gruppe 24 Komplikationen registriert. Damit liegt die Rate an Minor-Komplikationen unter der in der Literatur angegebenen. Mit 5,8 % in der nicht-supervidierten und 4,8 % in der supervidierten Gruppe sind im gesamten Beobachtungszeitraum deutlich weniger Komplikationen als die in der Literatur geschätzten 7 – 23,8 % der Fälle eingetreten.

In beiden Gruppen macht der postoperative Steinabgang den Großteil der Komplikationen aus. In der Gruppe ohne Supervision kam es zu neun Steinabgängen, in der supervidierten Gruppe zu 14. Diese Häufigkeiten – ohne Supervision 1,9 %, mit Supervision 2,8 % - entspricht ungefähr der in der Literatur angegebenen Häufigkeit von ca. 2 % [50].

In der Literatur wird vermerkt, dass durch den Einsatz von intraoperativen Cholangiographien das Vorhandensein eines Steines im Gallengang noch intraoperativ erkannt und der Stein daraufhin entfernt werden könnte. Dennoch muss oft trotz intraoperativer Cholangiographie ein ERCP an die Operation angeschlossen werden, da der Stein während der Operation nicht erreicht werden konnte.

Außerdem sind die Steine, die postoperativ abgehen zumeist sehr kleine Steine, die entweder zuvor schon im Ductus cysticus waren oder sogar noch intraoperativ bei Manipulationen der Gallenblase abgehen. Zwar kann noch vor dem Absetzen des Ductus cysticus ebendieser mit Hilfe eines Overholds nach Steinen abgetastet werden, aber dennoch kann auch hier ein Stein oft nicht sicher bemerkt werden. Insgesamt ist also ein postoperativer Steinabgang nicht vermeidbar.

In der nicht-supervidierten Gruppe kam es zu fünf Wundheilungsstörungen und einem Abszess, während die Gruppe mit Supervision nur einen Fall von Wundheilungsstörungen und drei Fälle von Abszessen zu vermeiden hatte. In beiden Gruppen ist es also zu Infektionen im Operationsgebiet gekommen, wobei das Auftreten mit sechs Fällen insgesamt in der Gruppe ohne Supervision nur geringfügig häufiger war als in der supervidierten Gruppe, wo es zu insgesamt vier Fällen kam. Wenn man die Häufigkeit einer Infektion im Operationsgebiet von 1 % in der Gruppe ohne Supervision und 0,8 % mit Supervision mit den in der Literatur angegebenen bis zu 3,75 % vergleicht [50, 72, 78], wird deutlich, dass die Herangehensweise bei Cholezystektomien im HELIOS Amper-Klinikum Dachau unter genauester Beachtung von Hygienevorschriften und -maßnahmen erfolgen.

Zu einer Zystikusstumpfsuffizienz kann es vor allem durch nicht ganz korrekt angebrachte Operations-Endoclips kommen. Auch dieser Schritt wird zwar mit dem Supervisor im Operationssaal durchgeführt, dennoch kann nur durch die beiden Operateure tatsächlich überprüft werden, ob der Clip ordnungsgemäß befestigt worden ist. Der Clip kann aber auch postoperativ verrutschen, was zumeist auf eine fälschliche Anbringung zurückzuführen ist. Eine Zystikusstumpfsuffizienz kann aber beispielsweise auch durch einen Stromschaden am Ductus cysticus im Rahmen der Präparation zu Stande kommen, was durch eine Supervision nicht verhindert werden kann.

Dennoch ist dies in der nicht-supervidierten Gruppe in zwei Fällen geschehen, während es in der Gruppe mit Supervision nur zu einem Fall gekommen ist. Mit jeweils 0,4 % und 0,2 % liegen auch diese Zahlen unter den in der Literatur angegebenen 0,58 % [38, 72].

Eine Minor-Komplikation, die tatsächlich nur in der supervidierten Gruppe vorgekommen ist, ist die Verletzung von anderen Organen. In zwei Fällen war der Darm des Patienten verletzt worden, wodurch es in einem Fall zu einer operativen Revision kommen musste, da dies erst postoperativ durch eine Zustandsverschlechterung des Patienten und konsekutiver Relaparoskopie festgestellt worden ist. Im Falle der anderen Darmläsion konnte eine Relaparoskopie vermieden werden, da diese schon intraoperativ bemerkt und saniert worden ist.

Wie bereits festgestellt, kann die Supervision auch bei dieser Komplikation wenig ausrichten, weswegen es zuvor als Minor-Komplikation klassifiziert worden ist. Verletzungen des Darmes kommen vor allem durch das Einführen der Trokare zustande, welches der erste Operationsschritt ist, der zu großen Teilen ohne Sicht ins Abdomen durchgeführt wird. Zu diesem Zeitpunkt ist kein Supervisor anwesend, wobei eine Verletzung selbst unter Anwesenheit eines Supervisors kaum verhindert werden kann.

Das interessanteste Ergebnis bei den Minor-Komplikationen ist das Vorkommen von nicht hämodynamisch wirksamen Blutungen. Diese Blutungen können zwar, wie soeben erläutert, auch nicht per se durch die Supervision verhindert werden. Dennoch spielt das Hinzukommen eines viszeralchirurgischen Kollegen eine gewisse Rolle in der Gründlichkeit der Präparation. Das Wissen um die Kontrolle der eigenen Arbeit durch eventuell sogar einen Vorgesetzten (oder den eigenen Mitarbeiter, vor dem man sich nicht blamieren will) kann den Operateur dazu motivieren, ordentlicher zu arbeiten und vorsichtiger und vor allem sorgfältiger das Calot'sche Dreieck freizupräparieren.

In der supervidierten Gruppe kam es zu fünf Blutungen weniger als in der nicht-supervidierten. Insgesamt nur drei Vorfälle bei 500 Patienten und eine Häufigkeit von 0,6 % spiegelt eine sehr genaue und sichere Präparations-Arbeit in der Supervisions-Gruppe wider. Da postoperative Blutungen in der Literatur zwischen 1,2 % und intraoperative Blutungen sogar mit 9,8 % als sehr häufig angegeben werden [38, 50], zeigt dies umso mehr, dass mit einer besonderen Herangehensweise präpariert worden ist.

Außerdem zeigt sich mit genau 1 % mehr Vorfällen, also insgesamt 1,6 % Blutungen in der nicht-supervidierten Gruppe ein, zwar nicht signifikanter, aber dennoch sehr deutlicher Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Dies unterstützt die Vermutung, dass seit Beginn der Supervision grundsätzlich genauer und sorgfältiger präpariert worden ist als zuvor.

4.1.3 Auftreten von Major-Komplikationen

Die Zielsetzung der Studie war, festzustellen, ob der Einsatz einer intraoperativen Supervision zu einer Verminderung von Major-Komplikationen geführt hat. Während es ohne Supervision zu sechs Major-Komplikationen gekommen ist, ist in der gesamten Zeit, in der die Supervision durchgeführt worden ist, absolut keine Major-Komplikation vorgekommen. Dieser signifikante Unterschied zeigt eindrücklich, dass der Auslöser eine veränderte Herangehensweise in Hinblick auf die Cholezystektomie gewesen sein muss und bestätigt die in dieser Arbeit aufgestellte Hypothese

Ohne Supervision kam es in vier Fällen entweder zu einer Verletzung oder zu einer kompletten Durchtrennung des Ductus choledochus, in einem Fall war der Ductus hepaticus betroffen. Ein weiteres Mal kam es aufgrund einer Verwechslung zu einer kompletten Durchtrennung der Arteria hepatica dextra.

Wenn man nun die Häufigkeit einer Major-Komplikation mit und ohne Supervision vergleicht, wirkt die Anzahl an Komplikationen sehr groß. Dennoch lag das Klinikum Dachau auch schon vor Einführung der Supervision nicht außerhalb der in der Literatur angegeben Risikozahlen. Für eine Verletzung eines extrahepatischen Gallenganges wird ein Risiko von 0,5 bis zu 1,3 % angegeben [24, 50, 72, 81], im Klinikum Dachau kam es in 1 % der Fälle zu einer Gallengangsverletzung. Sehr viel seltener als in der Literatur beschrieben wurde eine Leberarterie verletzt. Während das Risiko einer solchen Verletzung mit ungefähr 0,7 % angegeben wird [78], trat dies nur in einem, also in 0,2 % der Fälle ein.

Umso erstaunlicher ist es, dass es in keiner supervidierten Cholezystektomie zu einer Major-Komplikation gekommen ist. Dies kann nun an verschiedenen Faktoren liegen, die teilweise schon an anderer Stelle angesprochen worden sind.

Wie schon zuvor erwähnt, kam es zu deutlich mehr zusätzlichen perioperativen Untersuchungen, die eventuell die Operateure besser auf die Operation vorbereitet oder generell während des Vorgangs unterstützt haben könnten. Dies wird aber nicht der entscheidende Faktor gewesen sein, auch weil viele der Untersuchungen postoperativ durchgeführt worden sind und deshalb während der Operation keine Hilfe waren.

Als weiterer wichtiger Faktor ist die verbesserte Präparation zu nennen. Aus unsorgfältiger Präparation kann nicht nur eine Minor-Komplikation, sondern insbesondere eine Major-Komplikation entstehen. Gigot et al. stellen in ihrer Studie mit 65 geschädigten Pati-

enten fest, dass eine Major-Komplikation in 87% der Fälle durch unvorsichtiges Präparieren hervorgerufen worden ist [34]. Durch die Einbestellung eines Supervisors, der gegebenenfalls nicht nur die Zielstrukturen, sondern auch die Qualität der vorausgegangenen Operationsschritte beurteilt, wird der Operateur auf eine ganz andere Art und Weise motiviert, sich besondere Mühe während der objektiv und subjektiv bewertbaren Schritte zu geben.

Als essentiell für die Verbesserung der Ergebnisse sollte aber die grundsätzliche Möglichkeit einer intraoperativen Hilfestellung erachtet werden. Seit Einführung der Supervision steht es nicht nur für jüngere, unerfahrene Chirurgen ohne Probleme oder Konsequenzen offen, um Hilfe zu bitten. Wie schon erwähnt, ist es leider gerade bei Ärzten nicht üblich, nicht salonfähig, sich Fehler oder Unsicherheiten einzugestehen [16].

Eine routinemäßige Supervision, auch wenn sie eventuell zu einer Anfrage auf Hilfestellung führt, wird eben nicht als solche angesehen, sondern als routinemäßiges Herbeiholen eines Kollegen. Gerade durch diese Normalisierung nicht nur der Kontrolle, sondern auch der Hilfestellung, ist eine bessere interpersonelle Kommunikation zustande gekommen, durch die Fehler vermieden und eben Major-Komplikationen verhindert werden konnten.

Das Hinzuholen eines viszeralchirurgischen Facharztes hat aber vor allem die Verwechslung von Zielstrukturen verhindern können. Wenn eine Supervision durchgeführt worden ist, kam es nicht in einem Fall zu einer Verwechslung entweder des Ductus cysticus mit dem Ductus choledochus oder auch der Arteria cystica mit der Arteria hepatica dextra.

Dies zeigt, dass eine gewisse Zahl an Major-Komplikationen ganz allein in dem Moment der Supervision vermieden werden konnten. Durch die unabhängige Überprüfung des Präparationsergebnisses wurden die Zielstrukturen mit einer höheren Sicherheit als die richtigen erkannt und die gegebenenfalls fehlerhafte Visualisation des Operationsfeldes durch die anwesenden Operateure unterbunden.

Alles in allem ist die Verhinderung von Major-Komplikationen jedoch dem Zusammenspiel der genannten Faktoren zu verdanken. Durch eine sorgfältigere Präparation, die offenere interkollegiale Kommunikation und die Verhinderung von Verwechslungen von Zielstrukturen konnte die Zahl an Major-Komplikationen signifikant gesenkt werden.

4.2 Prospektiver Studienteil

Die grundsätzliche Fragestellung zum prospektiven Teil war, ob es möglich sein könnte, die menschliche intraoperative Supervision durch den Einsatz einer Computersoftware zu ersetzen. Generell ist es eher schwer vorstellbar, dass ein Programm die Aufgabe eines Menschen übernehmen kann. Ein Programm wird nie in den Bahnen denken oder handeln können, wie ein Mensch es tut.

Dennoch ist die Überlegung gerade in Hinsicht auf die derzeitigen Entwicklungen der künstlichen Intelligenz keine allzu abwegige. Im März 2016 hat erstmals ein Computerprogramm den weltbesten Spieler von Go, einem alten chinesischen Strategie-Spiel, besiegt, was zuvor als unmöglich galt. Natürlich ist für die Beurteilung eines Operationsgebietes eine ganz andere Intelligenz notwendig als für die Berechnungen, die zum Beispiel in Spielen wie Go oder auch Schach angewandt werden.

Deshalb muss eine andere Herangehensweise für dieses Problem angewandt werden. Eine Überlegung ist, ob sich eventuell eine „Schablone“ entwickeln lässt, die über die Software am Bildschirm des Laparoskopieturms in das Calot'sche Dreieck hereingelegt wird, um so zu beurteilen, ob die Präparation eben dieses Dreiecks suffizient ist.

Deswegen entstand die Idee, die Zielstrukturen, also den Ductus cysticus und die Arteria cystica, in ihrer Länge und Breite zum Zeitpunkt der Supervision auszumessen und darüber von möglichen Korrelationen zu erfahren. Hierbei sollte eine eventuelle Mindestpräparationslänge und -breite als Maß der Präparation und als Maßstab für eine potentielle „Schablone“ eruiert werden.

Dafür wurden bei 50 Patienten, bei denen keine Major-Komplikation eingetreten ist Fotos vom Operationsgebiet angefertigt und danach die Länge und Breite der Zielstrukturen berechnet.

4.2.1 Ductus cysticus

Die Messungen des Ductus cysticus haben einen Mittelwert von 1,45 cm für die Länge und 0,37 cm für die Breite ergeben. Bei beiden Messungen kam es zu relativ starken Schwankungen, beispielsweise betrug die Maximallänge 2,17 cm und die Minimallänge 0,93 cm. Zwischen dem längsten Ductus und dem kürzesten liegen ungefähr 1,24 cm, was fast der durchschnittliche Wert für die Länge ist. Auch bei der Breite kam es zu fast einem Zentimeter Unterschied zwischen der Maximal- und Minimalbreite. Mit 1,15 cm

Maximal- und 0,16 cm Minimalbreite ist es sehr schwer, einen Wert zu ermitteln, der für alle Ductus gelten soll.

Nun kann man sich überlegen, ob es akzeptabel wäre, eine Schablone zu entwickeln, die bei ca. 95 % der Messungen anwendbar ist. Bei diesen 50 Messungen würde dies bedeuten, dass die 3 stärksten Ausreißer nicht beachtet werden würden.

Die 3 Messungen, die am stärksten von der mittleren Länge abweichen, wären in diesem Falle Ausreißer am höheren Ende. Wenn nun 95% der Messungen als für die Schablone relevant in Betracht gezogen werden sollen, müsste also eine Länge von 0,93 cm bis 2,12 cm in Erwägung gezogen werden.

Wenn die gleiche Herangehensweise für die Breite übernommen wird, fallen die drei breitesten Messungen des Ductus cysticus als Ausreißer aus dem Schema. Somit ergäbe sich für die Schablone eine Breite von 0,16 cm bis 0,62 cm.

Für die zuvor definierten Maße, die innerhalb der 95% liegen, könnte nun noch ein weiterer Bereich festgelegt werden, in dem das Risiko für eine Verwechslung leicht erhöht ist. Dieser Bereich, der ca. 70% der Messungen umfasst, ist zuvor in den Abbildungen 23 und 25 in oranger Farbe im Ergebnisteil dargestellt worden.

4.2.2 Arteria cystica

Die Arteria cystica stellte sich erwartungsgemäß kürzer und schmaler dar als der Ductus cysticus dar. In 16 Fällen war die Arterie sogar nicht mehr erkennbar, weil sie wahrscheinlich sehr schwächlich war und während der Präparationsarbeiten schon gekappt worden ist. Dies allein zeigt, dass die Arterie noch schwieriger in eine etwaige Schablone einzubauen ist als der Ductus.

Mit einer starken Schwankung in der Länge mit einer Maximallänge von 1,89 cm und einer Minimallänge von 0,59 cm liegt mit 1,3 cm Unterschied eine größere Länge vor als die durchschnittlich ermittelte, die 1,01 cm betrug. Bei der Breite gab es jedoch weniger starke Abweichungen vom Mittelwert als bei allen drei anderen Messungen. Der Durchschnittswert lag bei 0,18 cm, während die maximale Breite 0,29 cm und die minimale 0,09 cm betrug. Dies macht eine Schwankung von nur 0,2 cm aus.

Falls nun das gleiche Prinzip wie bei dem Ductus cysticus angewandt werden soll, fallen bei der Arteria cystica von den 34 Messungen die zwei stärksten Ausreißer weg. Hiermit ergibt sich für die Länge der Arteria cystica, nach Wegfallen der beiden längsten Messungen, eine für eine etwaige Schablone relevante Länge von 0,59 cm bis 1,44 cm. Nach

Entfernen der zwei größten Ausreißer in der Messung der Arterie kommt eine Breite von 0,11 cm bis 0,27 cm für eine Schablone in Betracht. Ebenso wie beim Ductus cysticus könnte auch hier ein weiterer Sicherheitsbereich in Erwägung gezogen werden, der in den Abbildungen 27 und 29 in orange dargestellt wird und ca. 70% der Messungen umfasst.

Diese Zahlen suggerieren, dass es doch schwer machbar ist, rein mit Ausmessen der Zielstrukturen, eine Zielgröße für eine Schablone zu gewinnen. Falls der Mittelwert als das Maß für die Präparation hergenommen werden soll, fallen ca. 50 % der Ductus und Arterien aus der Messung raus, da sie zu groß sind und etwa 50 % der Zielstrukturen würden nicht weit genug freipräpariert werden. Falls jedoch die vorgeschlagenen 95 % der Messungen in Betracht gezogen werden sollen, müsste die Software einen großen Schwankungsbereich mit einberechnen, um diese 95 % zu erwischen.

Außerdem müssen auch Fehler einberechnet werden, die im Rahmen der Messungen geschehen sind. Um eine fehlerlose Messung zu garantieren, müsste die Kamera in einem Winkel von exakt 90° auf die Zielstruktur gehalten werden, während der Lapro-Clip auch exakt auf die Kamera „schaut“. Nur dann kann die Breite des Clips und die Maße der Zielstrukturen ohne Verfälschung erlangt werden. Da dies aber nicht der Fall gewesen sein wird, muss ein gewisser Fehler der eigenen Berechnungen berücksichtigt werden.

Die Arbeitsgruppe vom Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum hatte zunächst vorgeschlagen, dass es eventuell möglich wäre, eine Schablone für das Calot'sche Dreieck zu erschaffen. Dafür werden aber sehr viel mehr Messungen und auch eine andere Messweise notwendig sein.

Des Weiteren muss aber auch die enorme Variabilität des Ductus cysticus und der Arteria cystica in Erinnerung behalten werden [4, 5, 35]. Durch die verschiedensten Lage- und auch Längevarianten der beiden Strukturen kann es ebenso zu Fehlberechnungen einer etwaigen Schablone kommen.

Eine Überlegung könnte sein, ein Maßband, das in einem laparoskopischen Gerät angebracht ist, direkt neben die Zielstruktur zu halten. Dafür müsste jedoch in der Zukunft im Zeitraum der Datenerhebung einer weiteren Studie mehr Zeit für diese Fotos einberechnet werden. Außerdem müsste jeder Arzt die gleiche Vorgehensweise anstreben, damit die erhobenen Befunde auch wirklich vergleichbar sind. Hierfür könnten eventuell spezifische Landmarken, beispielsweise im Calot'schen Dreieck, im Operationsgebiet gesetzt werden, anhand derer die Fotos einheitlich gemacht werden können.

Außerdem ist es unsicher, ob ein Computerprogramm überhaupt über Messungen generiert werden kann, da die Hauptkriterien der Supervisoren laut Angaben der supervidierenden Ärzte nicht die Länge und Breite der jeweiligen Strukturen sind. Diese waren stattdessen, ob die Gänge in die richtige Richtung ziehen und die Präparation so ordentlich vorgenommen worden ist, dass im verbleibenden Gewebe noch andere Strukturen verlaufen können. Auch wenn das Präparationsmaß durch die Messung der Länge und Breite der Strukturen bestimmt werden soll, zeigt die Variabilität der Messungen jedoch, dass dies nicht ganz die richtige Herangehensweise sein kann.

Was allerdings in der durchgeführten Studie deutlich gezeigt werden konnte, ist, dass für eine suffiziente Präparation und Identifikation des Ductus cysticus und der Arteria cystica eine Mindestpräparationslänge und auch –Breite notwendig ist.

5. Schlussfolgerung, Limitationen der Studie und Perspektiven

Die grundlegende Frage, die sich vor der Studie gestellt hatte, war, ob die Einführung der Supervision zu einer Minimierung des Risikos von Major-Komplikationen und konsekutiv zu einer verbesserten Patientensicherheit geführt hat. Hierfür wurde eine retrospektive Analyse durchgeführt, die auch auf andere potentiell interessante Variablen ausgeweitet wurde. In dieser Untersuchung konnte ein signifikanter Unterschied im Vorkommen von Major-Komplikationen, aber auch der Operationsdauer zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Diese verbesserte Statistik ist sehr wahrscheinlich zum einen direkt auf die Anwesenheit eines Supervisors während des kritischen Zeitpunktes in der Operation, aber auch auf die indirekte Wirkung des Supervisors auf das Präparationsergebnis zurückzuführen.

Insofern kann auf die zuvor gestellte Frage sehr deutlich bejahend antworten, da es nicht nur zu einem signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe ohne und der Gruppe mit Supervision gab. Es ist sogar keine einzige Major-Komplikation aufgetreten, wenn eine Supervision durchgeführt worden ist.

Ein interessantes Detail ist, dass es auch zu Uhrzeiten, wenn keine Supervision zum Beispiel aufgrund von Personalmangels durchgeführt werden konnten – wie beispielsweise nachts - nicht zu Major-Komplikationen gekommen ist. Bei diesen Operationen wurden Foto- oder Videodokumentationen angefertigt, die am nächsten Tag den anderen viszeralkirurgischen Fachärzten vorgeführt wurden. Danach wurde mit eben diesen über den Präparationsgrad gesprochen, was intraoperativ zwar keine offizielle Supervision bedeutete, die Operateure aber dennoch dazu anhielt, sorgfältiger zu präparieren.

Natürlich stellt sich die Frage, ob die Supervision selbst das ausschlaggebende Kriterium ist. Wie schon erwähnt, könnten die zusätzlichen Untersuchungen zu einem Unterschied im Operationsablauf geführt haben. Diese perioperativen Untersuchungen werden aber nicht ausschlaggebend für die Verhinderung von Komplikationen gewesen sein, sondern vor allem dabei geholfen haben, die anatomischen Variationen schon vor Operationsbeginn besser einschätzen zu können. Zuletzt lässt sich außerdem noch diskutieren, ob die Supervision vor allem die Verwechslung der Zielstrukturen verhindert hat.

Was aber als absolut sicher erscheint, ist, dass Major-Komplikationen weitgehend verhindert werden konnten. Dies wird vor allem durch das Zusammenspiel aus verbesserter Präparation, Verhinderung von Verwechslungen und gegebenenfalls die Option auf Unterstützung erreicht. Alle diese drei Variablen sind aber nur durch das Inkrafttreten der

Supervision möglich geworden. Insofern kann festgehalten werden, dass die Supervision zu einer verbesserten Patientensicherheit führt und geführt hat.

Ein Bias, welches erwähnt werden sollte ist jedoch, dass die in der Studie betrachteten Cholezystektomien im HELIOS Amper-Klinikum Dachau von vielen verschiedenen Operateuren durchgeführt wurden. Dadurch ist hier die Operationstechnik jedes Mal ein wenig unterschiedlich, da jeder Chirurg eine andere Herangehensweise hat. Außerdem ist die Cholezystektomie oft ein Lehreingriff für unerfahrene Jung-Chirurgen, was ebenso zu einem Bias führen kann, da diese noch mit einer gewissen Unsicherheit an die Arbeit gehen. Eine Überlegung für die Zukunft könnte also beispielsweise sein, alle Operationen eines einzelnen Operateurs zu vergleichen und auf Major- und Minor-Komplikationen zu vergleichen. Dies wäre aber nur begrenzt zielführend, da die Supervision zu einem verbesserten Ergebnis im gesamten Team führen sollte.

Als weitere Limitation muss ebenso angeführt werden, dass die Supervision erst im Juli 2014 neu eingeführt worden ist. Dadurch konnte zwar bei 500 supervidierten Patienten festgestellt werden, dass keine Major-Komplikation eingetreten ist. Man kann dieses Ergebnis aber nicht generalisieren. Das Team im HELIOS Amper-Klinikum Dachau hatte genaue Instruktionen, denen es gefolgt ist. Es müssten also alle Operationsschritte mit derselben Genauigkeit übernommen werden, falls eine Supervision in einem anderen Krankenhaus angewandt werden sollte. Außerdem kann das Ergebnis dieser Studie schon deshalb nur begrenzt generalisiert werden, weil die Studie über einen nicht ausreichend langen Zeitraum gelaufen ist.

Dasselbe gilt für den prospektiven Teil der Studie: da der Ductus cysticus und die Arteria cystica nur von 50 Patienten ausgemessen worden ist, ist es sehr schwierig, die durchschnittlichen Maße als sicher verwertbar zu befinden. Um sicherere Ergebnisse zu bekommen, müssten noch größer angelegte Messungen erfolgen, was in einem größeren Studiendesign bewerkstelligt werden könnte.

Und auch wenn sich gezeigt hat, dass die Supervision alles in allem kosteneffizient ist, könnte trotzdem an ihrer Durchführung gearbeitet werden. Die zuvor zur Anschauung berechneten zusätzlichen Kosten von 25 500 Euro im Jahr stellen nichtsdestotrotz eine finanzielle Belastung dar, die in Hinblick auf die wirtschaftliche Bilanz des Klinikums auch eingespart werden sollten.

Eine Überlegung könnte zum Beispiel sein, einen viszeralchirurgischen Facharzt als Supervisor für den gesamten Tag einzuteilen und diesem etwas mehr Freiheiten in der Gestaltung des Tages einzuräumen. Dadurch käme es nicht zu langen Wartezeiten während der Operation und auch nicht zu Unsicherheiten, welcher der Visceralchirurgen erreichbar ist. Ein weiterer positiver Aspekt dieser Überlegung ist, dass dieser Visceralchirurg dann nicht nur für die Cholezystektomie als Supervisor hinzugerufen werden könnte, sondern eventuell auch zu anderen Operationen, bei denen eine Hilfestellung oder ein Rat benötigt wird. Dadurch könnte das Modell des Supervisors auch auf andere Operationen ausgebreitet werden. Dennoch würde dies große Kosten nach sich ziehen, da ein viszeralchirurgischer Facharzt jeweils für einen gesamten Tag nicht selber operieren oder am Stationsalltag teilnehmen könnte. Es müsste eventuell sogar ein weiterer Facharzt oder ein Oberarzt angestellt werden, was für die Klinik ebenso hohe, zusätzliche Kosten darstellen kann.

Eine weitere Überlegung könnte aber sein, die Bilder des Laparoskopieturms direkt an einen Computer zu übertragen, an dem ein zur Supervision befähigter Visceralchirurg die aktuelle Operationssituation beurteilen kann. Dies ist mit den heutigen technischen Möglichkeiten eine sehr leicht durchzuführende Option, die kaum zusätzliche Kosten bedeuten würde. Dennoch müsste auch für dieses Konzept ein viszeralchirurgischer Facharzt immer abrufbereit sein oder zumindest müsste ein mit dem Laparoskopieturm Verbindungsfähiger Computer in der Nähe des potentiellen Supervisors vorhanden sein. Diese Option könnte man aber ebenso auf weitere laparoskopische Operationen ausweiten und breitflächiger anwenden.

Die andere Lösung für eine effizientere Nutzung der Operationszeit wäre natürlich die Entwicklung der Computer-Software. Dies stellt sich aber leider als nicht allzu leicht realisierbare Vorstellung dar, zumindest wenn man es nur mit dem Ausmessen der Zielstrukturen versucht. Die Arbeitsgruppe des DLRZ stellte bisweilen fest, dass mit den vorgegebenen Daten und technischen Mitteln heute noch keine Software entwickelt werden kann. Es sollte dennoch angestrebt werden, eventuell im Rahmen einer Masterarbeit im IT-Bereich in Zusammenarbeit mit anderen Instituten weiter an der Entwicklung der Software zu arbeiten.

Abschließend lässt sich anmerken, dass die im Klinikum Dachau eingeführte Supervision die Patientensicherheit erhöht hat und eine Einführung auch für andere operative Eingriffe erwägt werden kann und sollte. Die Übernahme der Supervision durch einen Computer ist bis auf weiteres noch nicht möglich. Die momentan durchgeführte Supervision

befindet sich jedoch noch in der Entwicklung, daher dürfte ihre Effizienz noch deutlich zu steigern sein. Die Effizienz der Methodik der Supervision sollte allerdings im Hinblick auf Kosteneinsparungsmöglichkeiten ohne Inkaufnahme von Einschränkungen der Effektivität der Methode verbessert werden.

Literaturverzeichnis

1. Agaev, B.A., et al., [Some aspects of classification and treatment strategy of iatrogenic bile duct injury]. Georgian Med News, 2010(188): p. 65-74.
2. Al-Saigh, A.A., F.A. Fadl-Elahi, and F. Maqboolfazili, Analysis of laparoscopic cholecystectomies in 606 patients: Experience at King Fahad Hospital, Medina. Ann Saudi Med, 1996. 16(4): p. 392-4.
3. Bagla, P., J.C. Sarria, and T.S. Riall, Management of acute cholecystitis. Curr Opin Infect Dis, 2016.
4. Balija, M., et al., An article on the nomenclature of variations of cystic artery. Der Chirurg, 2001. 72(2): p. 154-158.
5. Balija, M., et al., [Laparoscopic cholecystectomy--accessory bile ducts]. Acta Med Croatica, 2003. 57(2): p. 105-9.
6. Barlow, A.D., et al., The role of magnetic resonance cholangiopancreatography in the management of acute gallstone pancreatitis. Ann R Coll Surg Engl, 2013. 95(7): p. 503-6.
7. Beckh, K., et al., Gastroenterologie compact. Vol. 3. 2013: Thieme. 592.
8. Bekele, S. and H. Biluts, Laparoscopic cholecystectomy at Myungsung Christian Medical Center, Ethiopia: a five-years experience. Ethiop Med J, 2012. 50(3): p. 251-7.
9. Bektas, H., et al., Surgical treatment and outcome of iatrogenic bile duct lesions after cholecystectomy and the impact of different clinical classification systems. Br J Surg, 2007. 94(9): p. 1119-27.
10. Bektas, H., et al., [Late stage stenoses of bile ducts after iatrogenic bile duct injuries following cholecystectomy]. Zentralbl Chir, 2007. 132(6): p. 523-8.
11. Boesen, L., et al., [Transvaginal hybrid natural orifice transluminal endoscopic surgery cholecystectomy]. Ugeskr Laeger, 2016. 178(4): p. V06150482.
12. Boni, L., et al., Clinical applications of indocyanine green (ICG) enhanced fluorescence in laparoscopic surgery. Surg Endosc, 2015. 29(7): p. 2046-55.
13. Bouasker, I., et al., [Laparoscopic cholecystectomy on a previously operated abdomen]. Tunis Med, 2010. 88(2): p. 88-91.
14. Boules, M., et al., What is the fate of the cholecystostomy tube following percutaneous cholecystostomy? Surg Endosc, 2016.
15. Buchinger, K. and M. Klinkhammer, Beratungskompetenz. 2007.

16. Budniak, L., Vermeidung iatrogenen Gallengangs­läsionen bei laparoskopischer Cholezystektomie – Eine Auswertung der Literatur der letzten 25 Jahre (1985-2010), in Hohe Medizinische Fakultät der Ruhr-Universität Bochum. 2010, Ruhr-Universität Bochum: Bochum. p. 182.
17. Chun, K., Recent classifications of the common bile duct injury. Korean J Hepatobiliary Pancreat Surg, 2014. 18(3): p. 69-72.
18. Coban, G., et al., Body mass index, cholecystitis, cholelithiasis, pancreatitis and imaging of common bile duct stones. Am J Med Sci, 2014. 347(5): p. 364-9.
19. Collet, D., Laparoscopic cholecystectomy in 1994. Surgical Endoscopy, 1997. 11: p. 56-63.
20. Connor, S. and O.J. Garden, Bile duct injury in the era of laparoscopic cholecystectomy. Br J Surg, 2006. 93(2): p. 158-68.
21. Conzo, G., et al., [Surgical treatment of iatrogenic bile duct injuries following laparoscopic cholecystectomy: analysis of long-term results. Retrospective clinical study in 51 patients operated in the Campania region from 1991 to 2003]. Chir Ital, 2005. 57(4): p. 417-24.
22. da Cruz, J.A., et al., Does Warm-Up Training in a Virtual Reality Simulator Improve Surgical Performance? A Prospective Randomized Analysis. J Surg Educ, 2016.
23. De Win, G., et al., An evidence-based laparoscopic simulation curriculum shortens the clinical learning curve and reduces surgical adverse events. Adv Med Educ Pract, 2016. 7: p. 357-70.
24. Deziel, D.J., et al., Complications of laparoscopic cholecystectomy: a national survey of 4,292 hospitals and an analysis of 77,604 cases. Am J Surg, 1993. 165(1): p. 9-14.
25. Dickman, E., et al., Clinician-performed abdominal sonography. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2015. 41(5): p. 481-492.
26. Ding, G.Q., W. Cai, and M.F. Qin, Is intraoperative cholangiography necessary during laparoscopic cholecystectomy for cholelithiasis? World J Gastroenterol, 2015. 21(7): p. 2147-51.
27. Dirisamer, A., K. Friedrich, and W. Schima, Anatomy and variants of hepatic segments, vessels, and bile ducts. Der Radiologe, 2005. 45(1): p. 8-14.
28. Doganay, M., et al., Management of main bile duct injuries that occur during laparoscopic cholecystectomy. Surg Endosc, 2002. 16(1): p. 216.

29. Dunne, N., M.I. Booth, and T.C. Dehn, Establishing pneumoperitoneum: Verres or Hasson? The debate continues. *Ann R Coll Surg Engl*, 2011. 93(1): p. 22-4.
30. Fatin R. Polat, M., et al., The Importance of Intraoperative Cholangiography during Laparoscopic Cholecystectomy. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*, 2000. 4(2): p. 103-7.
31. Fishman, D.S., et al., Endoscopic retrograde cholangiography for pediatric choledocholithiasis: Assessing the need for endoscopic intervention. *World J Gastrointest Endosc*, 2016. 8(11): p. 425-32.
32. Ford, J.A., et al., Systematic review of intraoperative cholangiography in cholecystectomy. *Br J Surg*, 2012. 99(2): p. 160-7.
33. Garg, P., et al., Single-incision laparoscopic cholecystectomy vs. conventional laparoscopic cholecystectomy: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Gastrointest Surg*, 2012. 16(8): p. 1618-28.
34. Gigot, J., et al., The dramatic reality of biliary tract injury during laparoscopic cholecystectomy. An anonymous multicenter Belgian survey of 65 patients. *Surg Endosc*, 1997. 11(12): p. 1171-8.
35. Göke, B. and C. Beglinger, *Gastroenterologie systematisch*. Vol. 2. 2007: UNI-MED. 528.
36. Gottfried, K., *Supervision in Psychiatrischen Kliniken*. 2012.
37. Grantcharov, T.P., et al., Learning curves and impact of previous operative experience on performance on a virtual reality simulator to test laparoscopic surgical skills. *Am J Surg*, 2003. 185(2): p. 146-9.
38. Grbas, H., et al., Outcome evaluation of 10,317 laparoscopic cholecystectomies: a 17-year experience at a single center. *Hepatogastroenterology*, 2013. 60(128): p. 1873-6.
39. Gurgunidze, M.R., et al., Miniinvasive surgical interventions in management of cholelithiasis A retrospective study. *Ann Ital Chir*, 2017. 88.
40. Gurusamy, K.S., et al., Endoscopic retrograde cholangiopancreatography versus intraoperative cholangiography for diagnosis of common bile duct stones. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015(2): p. Cd010339.
41. Gutt, C.N., et al., Acute cholecystitis: early versus delayed cholecystectomy, a multicenter randomized trial (ACDC study, NCT00447304). *Ann Surg*, 2013. 258(3): p. 385-93.

42. Halawani, H.M., et al., Impact of intraoperative cholangiography on postoperative morbidity and readmission: analysis of the NSQIP database. *Surg Endosc*, 2016.
43. Hipp, J., et al., [Operation time for suprapubic transumbilical cholecystectomy: Results of a prospective randomized trial]. *Chirurg*, 2015. 86(9): p. 866-73.
44. Hirner, A. and K. Weise, *Chirurgie*. Vol. 2. 2008: Thieme. 968.
45. Jacob, D.A. and R. Raakow, [Single-port transumbilical endoscopic cholecystectomy: a new standard?]. *Dtsch Med Wochenschr*, 2010. 135(27): p. 1363-7.
46. Johansson, M., et al., Management of acute cholecystitis in the laparoscopic era: results of a prospective, randomized clinical trial. *J Gastrointest Surg*, 2003. 7(5): p. 642-5.
47. Kendall, J.L. and R.J. Shimp, Performance and interpretation of focused right upper quadrant ultrasound by emergency physicians. *J Emerg Med*, 2001. 21(1): p. 7-13.
48. Kolla, S.B., et al., Early versus delayed laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis: a prospective randomized trial. *Surg Endosc*, 2004. 18(9): p. 1323-7.
49. Kratzer, W., et al., Gallstone prevalence in Germany: the Ulm Gallbladder Stone Study. *Dig Dis Sci*, 1998. 43(6): p. 1285-91.
50. Lammert, F., et al., [S3-guidelines for diagnosis and treatment of gallstones. German Society for Digestive and Metabolic Diseases and German Society for Surgery of the Alimentary Tract]. *Z Gastroenterol*, 2007. 45(9): p. 971-1001.
51. Langenbuch, C., Ein fall von exstirpation der gallenblase wegen chronischer cholelithiasis. *Klin Wochenschr*, 1882. 19: p. 725.
52. Lau, W.Y. and E.C. Lai, Classification of iatrogenic bile duct injury. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2007. 6(5): p. 459-63.
53. Li, P., et al., Diagnostic value of magnetic resonance cholangiopancreatography for secondary common bile duct stones compared with laparoscopic trans-cystic common bile duct exploration. *Med Sci Monit*, 2014. 20: p. 920-6.
54. Liehn, M., et al., *OP-Handbuch*. Vol. 6. 2016: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 786.
55. Liu, Y.Y., et al., Near-infrared cholecysto-cholangiography with indocyanine green may secure cholecystectomy in difficult clinical situations: proof of the concept in a porcine model. *Surg Endosc*, 2016. 30(9): p. 4115-23.

56. Loozen, C.S., et al., Conservative treatment of acute cholecystitis: a systematic review and pooled analysis. *Surg Endosc*, 2016.
57. Mahatharadol, V., Bile duct injuries during laparoscopic cholecystectomy: an audit of 1522 cases. *Hepatogastroenterology*, 2004. 51(55): p. 12-4.
58. Markar, S.R., et al., Single-incision laparoscopic surgery (SILS) vs. conventional multiport cholecystectomy: systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*, 2012. 26(5): p. 1205-13.
59. Marzio, L., et al., Role of oral cholecystography, real-time ultrasound, and CT in evaluation of gallstones and gallbladder function. *Gastrointestinal Radiology*, 1992. 17(1): p. 257-261.
60. Mohsen, A., et al., Evaluation of the Effectiveness of Fluorescent Visualization of Bile Ducts Using Fluorescein and Ultraviolet A at Laparoscopic Cholecystectomy. *Surg Innov*, 2016. 23(3): p. 261-5.
61. Morris, S., et al., Cost-effectiveness analysis of endoscopic ultrasound versus magnetic resonance cholangiopancreatography in patients with suspected common bile duct stones. *PLoS One*, 2015. 10(3): p. e0121699.
62. Netter, F.H., Netter's Innere Medizin. Vol. 1. 2000: Thieme. 1216.
63. Nguyen, N., et al., Simulation Improves Nontechnical Skills Performance of Residents During the Perioperative and Intraoperative Phases of Surgery. *J Surg Educ*, 2015. 72(5): p. 957-63.
64. Nuzzo, G., F. Giuliani, and R. Persiani, [The risk of biliary ductal injury during laparoscopic cholecystectomy]. *J Chir (Paris)*, 2004. 141(6): p. 343-53.
65. Oertli, D., Anatomie der Gallenwege, in *Praxis der Viszeralchirurgie: Gastroenterologische Chirurgie*, V. Schumpelick, J.R. Siewert, and M. Rothmund, Editors. 2006, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 551-554.
66. Parmeggiani, D., et al., Biliary tract injuries during laparoscopic cholecystectomy: three case reports and literature review. *G Chir*, 2010. 31(1-2): p. 16-9.
67. Peng, C., et al., Safety Outcomes of NOTES Cholecystectomy Versus Laparoscopic Cholecystectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2016.
68. Pesce, A., et al., Utility of fluorescent cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: A systematic review. *World J Gastroenterol*, 2015. 21(25): p. 7877-83.

69. Peter Wysocki, A., Population-Based Studies Should not be Used to Justify a Policy of Routine Cholangiography to Prevent Major Bile Duct Injury During Laparoscopic Cholecystectomy. *World J Surg*, 2016.
70. Petridis, C., et al., [TULC - total umbilical laparoscopic cholecystectomy]. *Zentralbl Chir*, 2012. 137(1): p. 43-7.
71. Pisanu, A., et al., Bile leak from the accessory biliary duct following laparoscopic cholecystectomy. *G Chir*, 2003. 24(4): p. 115-8.
72. Purtak, J.K., W.J. Kostewicz, and T. Mularczyk, [Ten years of experience with laparoscopic cholecystectomy]. *Wiad Lek*, 2007. 60(5-6): p. 231-4.
73. Rajcok, M., et al., Early versus delayed laparoscopic cholecystectomy in treatment of acute cholecystitis. *Bratisl Lek Listy*, 2016. 117(6): p. 328-31.
74. Reid, J., et al., Size of common bile duct stones on MRCP predicts likelihood of positive findings at ERCP. *Surgeon*, 2015.
75. Rosen, C.L., et al., Ultrasonography by emergency physicians in patients with suspected cholecystitis. *Am J Emerg Med*, 2001. 19(1): p. 32-6.
76. Schumpelick, V., R. Kasperk, and M. Stumpf, *Operationsatlas Chirurgie*. Vol. 4. 2013: Thieme. 627.
77. Shea, J.A., et al., Revised estimates of diagnostic test sensitivity and specificity in suspected biliary tract disease. *Arch Intern Med*, 1994. 154(22): p. 2573-81.
78. Shurkalin, B.K., et al., [Complications of laparoscopic cholecystectomy]. *Vestn Khir Im I I Grek*, 2001. 160(4): p. 78-83.
79. Slater, K., et al., Iatrogenic bile duct injury: the scourge of laparoscopic cholecystectomy. *ANZ J Surg*, 2002. 72(2): p. 83-8.
80. Smigielski, J., et al., [Treatment of cholecysto- and choledocholithiasis--own experiences]. *Pol Merkur Lekarski*, 2007. 22(131): p. 406-9.
81. Stanisic, V., et al., [Laparoscopic cholecystectomy of acute cholecystitis]. *Med Pregl*, 2010. 63(5-6): p. 404-8.
82. Stinton, L.M., R.P. Myers, and E.A. Shaffer, Epidemiology of gallstones. *Gastroenterol Clin North Am*, 2010. 39(2): p. 157-69, vii.
83. Sundbom, M. and J. Ottosson, Trocar Injuries in 17,446 Laparoscopic Gastric Bypass-a Nationwide Survey from the Scandinavian Obesity Surgery Registry. *Obes Surg*, 2016. 26(9): p. 2127-30.
84. Taye, M.K., et al., Open Versus Closed Laparoscopy: Yet an Unresolved Controversy. *J Clin Diagn Res*, 2016. 10(2): p. Qc04-7.

85. Truong, S., et al., Preoperative diagnostic procedure prior to laparoscopic cholecystectomy Is there an indication for i.v. cholangiography? *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 1997. 382(6): p. 302-306.
86. van Dam, D.A., et al., Comparing Near-Infrared Imaging with Indocyanine Green to Conventional Imaging During Laparoscopic Cholecystectomy: A Prospective Crossover Study. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2015. 25(6): p. 486-92.
87. Velidedeoglu, M., et al., Clinical Application of Six Current Classification Systems for Iatrogenic Bile Duct Injuries after Cholecystectomy. *Hepatogastroenterology*, 2015. 62(139): p. 577-84.
88. Venneman, N.G., et al., Ursodeoxycholic acid exerts no beneficial effect in patients with symptomatic gallstones awaiting cholecystectomy. *Hepatology*, 2006. 43(6): p. 1276-83.
89. Vezakis, A., et al., Intraoperative cholangiography during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*, 2000. 14(12): p. 1118-22.
90. Waeschle, R.M., et al., OR minute myth. *Der Anaesthesist*, 2016. 65(2): p. 137-147.
91. Wogrolly-Domej, M., Von der Notwendigkeit des offenen Diskurses in der Medizin. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 2005. 155(23): p. 565-566.
92. Yakubov, I., Totale umbilikale laparoskopische Cholezystektomie versus konventionelle laparoskopische Cholezystektomie: eine vergleichende, retrospektive Untersuchung im HELIOS Amper-Klinikum Dachau 2015, Ludwig-Maximilian-University Munich: Munich.
93. Zhang, J.H., et al., [Prevention and treatment of complications of laparoscopic cholecystectomy]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2003. 41(10): p. 724-5.
94. Zheng, C., et al., [Prevention and management of complications with laparoscopy cholecystectomy]. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao*, 2000. 22(1): p. 88-9.
95. Zroback, C., et al., Fluorescent cholangiography in laparoscopic cholecystectomy: the initial Canadian experience. *Am J Surg*, 2016. 211(5): p. 933-7.
96. Zubaidi, A.M., Single-port laparoscopic cholecystectomy: scarless cholecystectomy. *Minim Invasive Surg*, 2012. 2012: p. 204380.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Calot'sches Dreieck [44]	4
Abb. 2: Variationen des Ductus cysticus [65].....	5
Abb. 3: Variationen der Arteria Cystica [4]	6
Abb. 4: Variationen der Arteria cystica 2 [4].....	6
Abb. 5: Klassifikation der Gallengangsverletzungen nach Strasberg [17].....	15
Abb. 6: Hannover Klassifikation der Gallengangsverletzungen [9, 17].....	16
Abb. 7: Freilegung des Ductus Cysticus [76]	18
Abb. 8: Retrogrades Auslösen der Gallenblase [76]	18
Abb. 9: Drainage Gallenbett [76]	19
Abb. 10: Übliche Lage der Trokarinzisionen [76]	19
Abb. 11: Eröffnung Calot'sches Dreieck [76]	21
Abb. 12: Clippen und Durchtrennen des Ductus cysticus [76]	21
Abb. 13: Blutstillung Gallenblasenbett [76].....	22
Abb. 14: Durchschnittsalter	37
Abb. 15: Geschlechterverteilung Ohne Supervision	38
Abb. 16: Geschlechterverteilung Mit Supervision	38
Abb. 17: Diagnose Ohne Supervision	39
Abb. 18: Diagnose Mit Supervision	39
Abb. 19: Body-Mass-Index	40
Abb. 20: Aufenthaltsdauer	45
Abb. 21: Operationsdauer in Min.	48
Abb. 22: Länge Ductus cysticus.....	50
Abb. 23: Verteilung Länge Ductus cysticus (Farblich hinterlegt: Risiko für Verletzungen)	50
Abb. 24: Breite Ductus cysticus.....	51
Abb. 25: Verteilung Breite Ductus cysticus (Farblich hinterlegt: Risiko für Verletzungen)	51
Abb. 26: Länge Arteria cystica.....	52
Abb. 27: Verteilung Länge Arteria cystica (Farblich hinterlegt: Risiko für Verletzungen)	52
Abb. 28: Breite Arteria cystica	53
Abb. 29: Verteilung Breite Arteria cystica (Farblich hinterlegt: Risiko für Verletzungen)	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittsalter	37
Tabelle 2: Geschlechterverteilung	38
Tabelle 3: Diagnose	39
Tabelle 4: Body-Mass-Index	40
Tabelle 5: Zusätzliche perioperative Untersuchungen	41
Tabelle 6: Major-Komplikationen (Anmerkung: In kursiv dargelegt sind die einzelnen Entitäten der Komplikationen)	42
Tabelle 7: Konversion (Anmerkung: In kursiv dargestellt sind die Ätiologien für die Konversionen)	44
Tabelle 8: Revision (Anmerkung: In kursiv dargestellt sind die unterschiedlichen Formen der Revision)	44
Tabelle 9: Aufenthaltsdauer	45
Tabelle 10: Laborwerte präoperativ	47
Tabelle 11: Laborwerte postoperativ	47
Tabelle 12: Operationsdauer in Minuten	48
Tabelle 13: Minor-Komplikationen (Anmerkung: In kursiv dargestellt sind die unterschiedlichen Ursachen einer Minor-Komplikation)	49
Tabelle 14: Länge Ductus cysticus	50
Tabelle 15: Breite Ductus cysticus	51
Tabelle 16: Länge Arteria cystica	52
Tabelle 17: Breite Arteria cystica	53

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Rau für die Überlassung des Themas, seine fortwährende Unterstützung und die zahlreichen konstruktiven Anregungen und Gespräche.

Außerdem möchte ich Herrn Dr. Yakubov für die engagierte Betreuung und seine Hilfe bei der Erstellung der Arbeit danken.

Des Weiteren bedanke ich mich herzlich bei Dr. Katharina Kugler und Christoph Kugler für ihren tatkräftigen Support, sowie bei allen Bekannten, die mir geholfen haben.

Ein großes Dankeschön gilt meiner Familie, ganz besonders meinen Eltern für ihre andauernde und unermüdliche Unterstützung.

Eidesstattliche Versicherung

Ich, Claudia Schwepcke, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema „Retrospektive und Prospektive Analyse der Supervision bei der laparoskopischen Cholezystektomie im HELIOS Amper-Klinikum Dachau“ selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Starnberg, der 13.02.2019

Claudia Schwepcke